ANFEI DIGITAL
01000100 01001001 01000111 01001001 01010100 01000001 01001100

Revista Electrónica ANFEI Digital | Año 12, No. 17, Enero - Diciembre de 2025 | ISSN: 2395-9878

LII CONFERENCIA NACIONAL DE INGENIERÍA

INTERNACIONALIZACIÓN Y GLOBALIZACIÓN

Una oportunidad de la ingeniería para potenciar el desarrollo social y económico de la nación.

3 al 6 de junio, 2025

Chihuahua, Chih.

EDITORIAL

ANFEI Digital, Año 12, No. 17, Enero - Diciembre de 2025, es una Revista arbitrada de publicación anual editada por la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería A.C. (ANFEI). Domicilio: Palacio de Minería, Tacuba No. 5, Col. Centro, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06000. www.anfei.mx. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2017-062310030600-203, ISSN: 2395-9878, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Editor: Ing. Juan José Echevarría Reyes, secretaria.ejecutiva@anfei.mx, Administrador del sitio: Eduardo Montalvo Mancilla. administrador@anfei.mx.

Domicilio: Palacio de Minería, Tacuba No. 5, Col. Centro, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06000. Tel: 55 5512 2230 y 55 5512 2231. Fecha de la última actualización: 24 de noviembre de 2025.

Medio electrónico: página web www.anfei.mx/revista. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor. Se permite el uso del material para fines académicos no comerciales, haciendo referencia de la fuente y sus autores. Copyright © Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería A.C.

CONSEJO EDITORIAL

- **Ing. Rogelio Guillermo Garza Rivera**
  Universidad Autónoma de Nuevo León

- **Dr. Francisco Javier Delgado Cepeda**
  Escuela de Ingeniería y Ciencias del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México

- **Dr. Walter Ramírez Meda**
  Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, División de Ingenierías de la Universidad de Guadalajara

COMITÉ ACADÉMICO

- **Ing. Catalina Irene Nevárez Bugueño**
  Instituto Tecnológico de Chihuahua del Tecnológico Nacional de México

- **M. I. Arion Juárez Menchaca**
  Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, Campus Universitario 2

- **Dr. Arturo Torres Bugdud**
  Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León

- **Dr. Luis Alfredo Hernández Castillo**
  Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

- **Mtro. Víctor Hugo Cacique Borrego**
  Instituto Tecnológico de Celaya del Tecnológico Nacional de México

- **Dra. Irma Yazmín Hernández Báez**
  Universidad Politécnica del Estado de Morelos

- **Mtra. María Delina Culebro Farrera**
  Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez del Tecnológico Nacional de México

- **Dr. Jesús Francisco Escalante Euán**
  Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán

- **M. en I. Mario Sosa Rodríguez**
  Facultad de Estudios Superiores Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México.

CONTENIDO

	Página
EDITORIAL	**1**
CONSEJO EDITORIAL	**1**
COMITÉ ACADÉMICO	**2**
AVANCES Y RETOS EN IGUALDAD DE GÉNERO: ANÁLISIS EN LA INDUSTRIA DEL NORESTE DE SONORA	**11**
EFECTOS DE TECNOLOGÍA INTERACTIVA EN FORMACIÓN MATEMÁTICA DE INGENIEROS UNA PERSPECTIVA EN EDUCACIÓN SUPERIOR	**22**
MOVILIDAD INTELIGENTE: DISEÑO DEL SISTEMA DE MODERNIZACIÓN, AUTOMATIZACIÓN E INNOVACIÓN DE SEMÁFOROS EN PUERTO PEÑASCO	**33**
TRANSFORMANDO LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL APRENDIZAJE	**42**
EXPERIENCIAS INNOVADORAS QUE TRANSFORMAN Y VINCULAN EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE, INDUSTRIA Y SECTOR SOCIAL	**53**
RESPONSABILIDAD SOCIAL EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INSCRITOS EN EL CLUB DE DONADORES VOLUNTARIOS	**64**
APLICACIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE PARA LA SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS MULTIMODALES DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS	**74**
LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES PARA INDUSTRIA 5.0 EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA	**84**
LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA COMO RETO PARA FORTALECER LA LABOR DOCENTE	**93**
HABILITACIÓN LABORATORIO “INDUSTRIA INTELIGENTE”: CASO APLICACIÓN PARA PROYECTOS INTEGRADORES EN LA MEDICIÓN DE ATRIBUTOS EDUCACIONALES	**101**
CONSTRUYENDO EL PRESENTE: IGUALDAD Y EQUIDAD EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE LAS INGENIERÍAS	**112**

ANÁLISIS DE COMPETENCIAS GENÉRICAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS: RESPONDIENDO LAS DEMANDAS DE LA INDUSTRIA	**122**
PORQUÉ ACERCARSE A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA, UNA COMPETENCIA BLANDA DE LOS PROFESORES	**131**
CONSTRUYENDO UN NUEVO MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA PARA INGENIEROS	**142**
EL IMPACTO DE UN DOCENTE MOTIVADO EN LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS	**152**
MODELO DE GESTIÓN PARTICIPATIVA EN LOS PROCESOS DE ACREDITACIÓN	**160**
INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE ÁLGEBRA LINEAL EN INGENIERÍA MEDIANTE APRENDIZAJE BASADO EN EJEMPLOS	**171**
PERCEPCIÓN DE HABILIDADES SOCIOEMOCIONALES EN ESTUDIANTES DE PRIMER INGRESO EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA	**181**
APLICACIÓN DE INGENIERÍA INVERSA EN MODELADO Y FABRICACIÓN ADITIVA	**190**
IMPACTO DE UN ENFOQUE PRÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS APLICADAS A INGENIERÍA	**201**
GAMIFICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE CADENA DE SUMINISTROS COMO ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS EN INGENIERÍA	**211**
AUTOEFICACIA, EXPECTATIVAS PROFESIONALES Y PERMANENCIA ACADÉMICA EN FUTUROS INGENIEROS DE PRIMERA GENERACIÓN EN INSTITUCIONES PÚBLICAS	**222**
IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ESTUDIANTADO DE INGENIERÍA CIVIL DE CHIAPAS	**233**
IMPLEMENTACIÓN DE RECURSOS DIGITALES ADAPTADOS A LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE EN EL AULA	**242**
MONITOREO DE ALUMNOS EN REZAGO POR ARTÍCULO 35: MEJORA EN EL ÍNDICE DE APROBACIÓN	**253**
DISEÑO DEL SISTEMA DE CALIDAD “MODERNIZA” EN UNA EMPRESA HOTELERA DE TAPACHULA, CHIAPAS, MÉXICO	**263**
EL CONSTRUCTIVISMO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y SU EFECTO GLOBALIZADOR EN INGENIERÍA	**273**

IDIOMA INGLÉS FACTOR EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y LA GLOBALIZACIÓN	**285**
INTERNACIONALIZACIÓN EN LA FORMACIÓN INTEGRAL DE INGENIEROS Y QUÍMICOS	**296**
YOUTUBE COMO MÉTODO DE ENSEÑANZA ACTIVA EN ESTUDIANTES CON REZAGO ACADÉMICO	**306**
ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DIDÁCTICOS INDIVIDUALES PARA FOMENTAR EL TRABAJO EN EQUIPO	**315**
IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE MEDIANTE LA GENERACIÓN DEL ANÁLISIS Y PROPUESTA DEL CORREDOR INTEROCEÁNICO	**324**
ESTRATEGIAS PARA SUPERAR BARRERAS DE MOTIVACIÓN EN EL AULA: CASO DE ESTUDIO EN INGENIERÍA	**335**
METODOLOGÍA ACTIVA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA	**345**
IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS FUERZAS INERCIALES EN UNA IMPRESORA 3D	**356**
GAMIFICACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE ACTIVO	**365**
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN UNA PLANTA DE GAS	**376**
REVOLUCIONANDO EL ÁLGEBRA LINEAL: UNA APLICACIÓN MÓVIL INNOVADORA PARA COMPRENDER LAS TRANSFORMACIONES LINEALES	**386**
INDUSTRIALIZACIÓN DE PROCESOS TEXTILES EN YUCATÁN ORIENTADOS A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ CON SIX SIGMA	**395**
APORTACIÓN DE ALUMNOS DE SERVICIO SOCIAL A LA MICROEMPRESA DE AGUA PURIFICADA	**406**
RADIO DE LA INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES, COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PARA LA COMUNIDAD ACADÉMICA	**415**
PROMOCIÓN DE LA MUJER EN LA INGENIERÍA MEDIANTE LA FORMACIÓN DE UN CAPÍTULO ESTUDIANTIL	**422**
APRENDIZAJE Y PRÁCTICA DE LA MANUFACTURA FLEXIBLE EN UNA EMPRESA TRASNACIONAL DE ARNESES	**433**

FORTALECIMIENTO DE LA FORMACIÓN DOCENTE EN INGENIERÍA: RETOS Y OPORTUNIDADES	**443**
IMPACTO DE UN CURSO DE MATEMÁTICAS EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO	**452**
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASESORÍA ENTRE PARES PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE COLABORATIVO	**462**
OPTIMIZACIÓN DEL EMPAREJAMIENTO TUTOR-ESTUDIANTE CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EDUCACIÓN SUPERIOR	**471**
INFRAESTRUCTURA VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA: SIMULACIÓN Y LABORATORIOS REMOTOS	**482**
INNOVACIÓN FRUGAL Y EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS MECATRÓNICOS DURANTE VERANOS DE INVESTIGACIÓN	**493**
EL TURISMO CULTURAL EMPLEADO COMO ESTRATEGIA PARA INTEGRAR LA GLOBALIZACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS	**504**
MODELO DE EVALUACIÓN DEL PERFIL DE EGRESO BASADO EN EL SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA ESCOLAR	**512**
NIVEL DE DOMINIO DE TIC'S EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA: DESARROLLO DE UNA TAXONOMÍA	**521**
USO DE SIMULADORES DE REALIDAD VIRTUAL EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS	**531**
DESAFÍOS DE LAS MUJERES EN STEM DESDE EL ÁREA DE LA INGENIERÍA	**539**
ADQUISICIÓN DE HABILIDADES BLANDAS MEDIANTE PROYECTOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL PARA POTENCIAR EL DESARROLLO SOCIAL	**547**
LA MOVILIDAD INTERNACIONAL COMO OPORTUNIDAD DE VINCULACIÓN ENTRE ESCUELAS DE INGENIERÍA	**556**
PLASTITECH: INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y SOCIAL EN LA COMUNIDAD CANANENSE	**566**
INNOVACIÓN EN INGENIERÍA CON APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, IMPRESIÓN 3D Y DATOS SATELITALES	**577**
EL LIDERAZGO FEMENINO EN EL TRABAJO EN EQUIPO: EXPERIENCIAS DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA	**588**

ESTRATEGIA PARA EL FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO DE MUJERES ESTUDIANTES DE INGENIERÍA	**598**
MICROCELL COMO APOYO A LOS FUTUROS INGENIEROS	**609**
UTILIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE CUADROS DE MANDO	**620**
IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA	**630**
IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: IMPLEMENTACIÓN Y BENEFICIOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	**639**
METODOLOGÍA STEAM Y SU IMPACTO EN ÍNDICES DE TITULACIÓN: CASO PRÁCTICO INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA	**651**
PROYECTO DE REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE PINTURA EN LA FABRICACIÓN DE GUITARRAS	**662**
ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO	**672**
METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EN LA MATERIA DE ANÁLISIS NUMÉRICO: ENFOCADO AL DESARROLLO DE PROYECTOS	**680**
INSTRUCCIÓN POR PARES Y AULA INVERTIDA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA EN INGENIERÍA	**691**
IMPACTO DE LOS VERANOS DE INVESTIGACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS	**701**
DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE EGRESO ESPECÍFICOS PARA INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN	**710**
UN MÉTODO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE BASADO EN ESTUDIOS DE CASO: TALLER DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA	**720**
DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA MEDIANTE SERVICIO SOCIAL EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICADA	**731**
ANÁLISIS DE LOS ROLES BASADOS EN UNA METODOLOGÍA ÁGIL ENTRE EQUIPOS DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA	**740**
HACIA UNA FORMACIÓN INTEGRAL: HERRAMIENTA DIGITAL PARA LA AUTOEVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE EGRESO	**749**

ESTUDIO DE HABILIDADES BLANDAS CON FUTUROS INGENIEROS EN SITUACIÓN LABORAL	**758**
AUTOEVALUACIÓN DE HABILIDADES DE INVESTIGACIÓN EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA EN EDUCACIÓN SUPERIOR Y POSGRADO	**768**
EL IMPACTO DE LAS DOCENTES EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA	**780**
PERSPECTIVAS UNIVERSITARIAS SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: RETOS, AVANCES Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES	**789**
USO DE HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN GRÁFICA EN LA ENSEÑANZA DE MÉTODOS NUMÉRICOS	**800**
FORMACIÓN INTEGRAL DE PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA PARA UN MUNDO GLOBALIZADO: ESTRATEGIAS Y DESAFÍOS	**810**
HABILIDADES BLANDAS: EL SECRETO DEL ÉXITO EN COMPETENCIAS DE INNOVACIÓN	**818**
ESTRÉS ACADÉMICO Y BURNOUT: ESTUDIO DIAGNÓSTICO EN ALUMNOS DE NUEVO INGRESO DE EDUCACIÓN SUPERIOR	**827**
APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: TECNOLOGÍA MÓVIL PARA LA CAPACITACIÓN INNOVADORA EN TALLER DE CARPINTERÍA	**838**
ESTRATEGIA ECOEDUCATIVA PARA INCENTIVAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN EDUCACIÓN SUPERIOR	**847**
VINCULACIÓN ACADÉMICA EN AUDITORÍAS DE SOFTWARE ELECTORAL: FORMACIÓN DE TALENTO EN CALIDAD Y SEGURIDAD	**857**
EL IMPACTO DE LAS HABILIDADES BLANDAS EN LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE INGENIEROS	**867**
USOS Y PERCEPCIONES SOBRE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN UNA COMUNIDAD DE INGENIERÍA	**876**
HABILIDADES BLANDAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA: ESTUDIO SOBRE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES	**886**
OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE PRÉSTAMO DE LIBROS CON GOOGLE WORKSPACE	**896**
DESARROLLO DE CALCULADORA PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE CORTE EN FRESADORAS VERTICALES PLANAS	**905**

LA IMPORTANCIA DEL ENFOQUE ECOEDUCATIVO EN LA FORMACIÓN DEL EGRESADO	**916**
INNOVACIÓN Y FORMACIÓN ESPACIAL EN PROYECTO CANSAT	**925**
SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO INTELIGENTE	**935**
ESTRATEGIA TECNOLÓGICA SUSTENTABLE PARA LA MOVILIDAD VEHICULAR EN LA COMUNIDAD DE INGENIERÍA	**945**
VARIABLES INFLUYENDO EN LA ANSIEDAD Y DEPRESIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE LA UANL	**954**
IMPACTO DE LA GAMIFICACIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA	**964**
ANÁLISIS DEL ABANDONO Y LA ABSORCIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: CASO DE ESTUDIO	**972**
MODELIZACIÓN MATEMÁTICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN INGENIERÍA: UN ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO	**982**
EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL USO DE IA GENERATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS DISCRETAS	**992**
LA MENTORÍA COMO PILAR DE LA INNOVACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DESDE LA TUTORÍA	**1001**
INTEGRACIÓN DE VISIÓN ARTIFICIAL EN ROBOT HUMANOIDE BIOLOID COMO PROYECTO INTEGRADOR EN INGENIERÍA	**1011**
APRENDIZAJE BASADO EN RETOS Y EN SERVICIO SOCIAL PARA FORTALECER COMPETENCIAS EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA	**1020**
APRENDIZAJE EXPERIENCIAL COMO FACTOR EN LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA	**1031**
DETECCIÓN DE ESTRÉS EN PLANTAS DE CHILE HABANERO EMPLEANDO ALGORITMOS DE APRENDIZAJE PROFUNDO	**1042**
INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: VIDEOJUEGOS COMO HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO	**1052**
SEGUNDA OPORTUNIDAD: SEGUIMIENTO Y REINTEGRACIÓN DE ESTUDIANTES CON BAJA DEFINITIVA A TRAVÉS DEL COMITÉ ACADÉMICO	**1061**

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN JUNTA HOMOCINÉTICA COMO CASO DE ESTUDIO PARA LA INNOVACIÓN EDUCATIVA	**1070**
VITASIGNS: TOMA DE SIGNOS VITALES SIN CONTACTO PARA UNA ATENCIÓN MÉDICA MÁS EFICIENTE Y SEGURA	**1081**
IDENTIDAD PROFESIONAL: UNA FORTALEZA PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL DE LAS MUJERES EN LA INGENIERÍA	**1091**
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO ARTESANAL DE CINTURONES A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA	**1100**
FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE MEDIANTE EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS DONADOS AL SECTOR SOCIAL	**1108**
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA LEAN SIX SIGMA EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS	**1116**
VINCULACIÓN EMPRESARIAL EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN COMPUTACIÓN: ESTRATEGIAS PARA LA INSERCIÓN LABORAL	**1126**
EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO: DESAFÍOS PARA UNA EDUCACIÓN INCLUSIVA	**1137**
GRUPOS DE ALUMNOS ATENDIDOS, EN FORMA INTERDISCIPLINARIA, POR GRUPO DE DOCENTES	**1147**
APLICACIÓN DE MÚLTIPLES EXÁMENES COMO ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN Y APRENDIZAJE: UNA PRUEBA PILOTO	**1157**
ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INTERNACIONALIZACIÓN Y GLOBALIZACIÓN EN LAS PYMES DE IRAPUATO, GUANAJUATO	**1168**

AVANCES Y RETOS EN IGUALDAD DE GÉNERO: ANÁLISIS EN LA INDUSTRIA DEL NORESTE DE SONORA

ADVANCES AND CHALLENGES IN GENDER EQUALITY: ANALYSIS OF THE INDUSTRY IN NORTHEAST SONORA

A. D. Romero Ocaño[1]
V. M. Valenzuela Alcaraz[2]
M. K. Gálvez Díaz[3]
S. P. Gutiérrez Fonseca[4]

RESUMEN

Este estudio analiza la igualdad de género en el ámbito empresarial del noreste de Sonora, México, destacando avances y desafíos persistentes. Los resultados muestran un reconocimiento creciente hacia la equidad de género, evidenciado en la percepción de igualdad de oportunidades y la aceptación de las mujeres en roles estratégicos y de liderazgo. Las empresas han adoptado prácticas basadas en el mérito, contribuyendo a un entorno más inclusivo. En ingeniería industrial, se identifica un potencial significativo para fomentar la equidad mediante la diversidad en la optimización de procesos, impulsando la innovación. Sin embargo, persisten retos como los estereotipos de género, la conciliación entre maternidad y desarrollo profesional, y la limitada representación femenina en liderazgo. Estas barreras destacan la necesidad de políticas inclusivas y acciones sociales para eliminar obstáculos al crecimiento profesional. El estudio concluye que la equidad de género es clave para el éxito empresarial y la sostenibilidad, y sugiere investigaciones futuras en sectores como la minería para profundizar en los desafíos y oportunidades en roles específicos.

ABSTRACT

This study analyzes gender equality in the business sector of northeastern Sonora, Mexico, highlighting progress and persistent challenges. The findings reveal a growing recognition of gender equity, evidenced by the perception of equal opportunities and the acceptance of women in strategic and leadership roles. Companies have adopted merit-based practices, contributing to a more inclusive work environment. In industrial engineering, significant potential is identified to promote equity through diversity in process optimization, fostering innovation. However, challenges such as gender stereotypes, balancing motherhood with professional development, and the underrepresentation of women in leadership roles remain. These barriers underscore the need for inclusive policies and social actions to remove obstacles to professional growth. The study concludes that gender equity is essential for business success and sustainability, recommending further research in sectors such as mining to explore the challenges and opportunities faced by women in specific roles.

ANTECEDENTES

En las décadas de 1980 y 1990, feministas introdujeron los conceptos de "igualdad de género" y "empoderamiento de la mujer" en el desarrollo internacional (Cornwall y Rivas, 2015), los cuales tienen implicaciones económicas y sociales clave para la sostenibilidad, basada en el respeto mutuo y el desarrollo de capacidades (López, 2023). Según la ONU, la igualdad de género busca la equidad en derechos, responsabilidades y oportunidades entre mujeres y hombres como pilar del desarrollo sostenible (Merma et al., 2024). Aunque la participación femenina en el mercado laboral ha crecido desde mediados del siglo XX, brindando acceso a nuevos roles profesionales y educativos (Wirth, 2002), persisten barreras como el "techo

[1] Directora, Instituto Tecnológico de Agua Prieta, m.galvez@aguaprieta.tecnm.mx.
[2] Jefe de Gestión Tecnológica y Vinculación, Instituto Tecnológico de Agua Prieta, v.valenzuela@aguaprieta.tecnm.mx.
[3] Directora, Instituto Tecnológico de Agua Prieta, m.galvez@aguaprieta.tecnm.mx.
[4] Profesora del Instituto Tecnológico de Agua Prieta, s.gutierrez@aguaprieta.tecnm.mx.

de cristal" y la doble carga laboral, limitando el avance de las mujeres (Chesley y Flood, 2017).

En el ámbito empresarial, la equidad de género es clave para el desarrollo económico y social, aunque aún existen desigualdades en el acceso a puestos de liderazgo y en la toma de decisiones estratégicas, especialmente en sectores como la manufactura y la minería (Arora et al., 2023). Las mujeres en entornos industriales enfrentan barreras estructurales, como el techo de cristal, la brecha salarial y la penalización por maternidad, lo que impacta negativamente en su crecimiento profesional (Wang y Ackerman, 2020). En el noreste de Sonora, México, la participación femenina en la industria ha aumentado en los últimos años, pero persisten desafíos en la equidad de oportunidades y el reconocimiento de sus competencias (Zamora et al., 2024).

La ingeniería industrial, enfocada en la optimización de procesos y gestión del talento humano, puede integrar estrategias para promover la equidad de género en las organizaciones. Es crucial entender cómo la diversidad de género influye en la eficiencia, innovación y productividad empresarial (Barreiro et al., 2021). Este estudio analiza la percepción de equidad de género en empresas del noreste de Sonora, identificando avances y desafíos para generar información clave para políticas y estrategias organizacionales. La equidad de género también es relevante en la formación de ingenieros industriales, ya que contribuye a crear entornos laborales más diversos y eficientes. Investigaciones han demostrado que la inclusión de mujeres en la ingeniería mejora la resolución de problemas e innovación en las empresas (Dimas, 2022).

Además, las estrategias de liderazgo inclusivo han mostrado ser eficaces para mejorar la equidad en industrias altamente masculinizadas (Madrigal et al., 2023). En este contexto se genera la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo perciben la equidad de género los trabajadores de empresas del noreste de Sonora y qué avances y desafíos enfrentan para su implementación efectiva en el sector industrial? estableciendo como objetivo general, analizar la percepción de equidad de género en empresas del noreste de Sonora, identificando avances y desafíos con el fin de generar información clave para el diseño de políticas y estrategias organizacionales que fomenten entornos laborales más inclusivos y eficientes, resaltando la importancia de este conocimiento en la formación de estudiantes de Ingeniería Industrial para prepararlos ante los retos de un sector en transformación.

METODOLOGÍA

La Organización Internacional del Trabajo ha promovido la igualdad de derechos laborales para todos, independientemente de género, raza o religión, mediante declaraciones y convenios, además, la literatura académica ha estudiado ampliamente la igualdad de género en el desarrollo profesional de las mujeres, destacando barreras como el "techo de cristal", que limita su acceso a roles de liderazgo (Sarrió et al., 2002). La Tabla 1 resume investigaciones sobre el impacto del género en contextos laborales, abordando barreras invisibles, liderazgo femenino, discriminación y empoderamiento económico, así como enfoques para promover la igualdad en las organizaciones. Estos estudios ofrecen una base sólida para implementar políticas inclusivas en el ámbito laboral y empresarial.

Investigaciones en la Industria para el Estado de Sonora, México.

En Sonora, se han realizado diversas investigaciones que abordan las cuestiones de género en distintos contextos laborales. En el trabajo de Scarone (2014) investigó el acoso sexual y otras formas de violencia hacia las mujeres en las maquiladoras de Sonora y Baja California. A su vez Rodríguez y Camberos (2007), estudiaron la discriminación salarial por género y área de estudio en empresas de Hermosillo, Sonora. Munguía, et al. (2017) analizaron el impacto del género y la educación en el desempeño de las pequeñas y medianas empresas en el sur de Sonora. Beltrones, et al. (2013) exploraron el presupuesto participativo y la equidad de género en los municipios de la entidad. Finalmente, Lutz y Zaremberg (2022) se enfocaron en las transformaciones de los roles de género dentro de la comunidad rural minera de Cucurpe, Sonora.

Tabla 1. *Investigaciones sobre igualdad de género en el ámbito laboral.*

Autor(es)	Tema	Conclusión
(Tate y Yang, 2015)	Liderazgo femenino y equidad de género	Impacto del liderazgo femenino en cierres de plantas.
(Seguino, 2016)	Inclusión laboral de mujeres	Retroceso en la inclusión femenina en la industria.
(Mayorga, 2018)	Igualdad de género en la educación superior	Importancia de promover la equidad en universidades
(Wang y Ackerman, 2020)	Penalización por maternidad	Afectaciones en contratación, ascensos y salarios.
(Dashper, 2020)	Igualdad de género en la industria hotelera	Programa para mujeres en el sector hotelero del Reino Unido.
(Kabeer, 2021)	Empleo y pobreza	El empleo y la educación reducen la probabilidad de pobreza en los hogares.
(Barreiro et al.,2021)	Igualdad de género en puertos europeos	Análisis de igualdad en la gestión portuaria
(Dimas, 2022)	Avances en equidad de género en autoridades directivas	Análisis sobre avances en equidad de género en puestos directivos.
(Madrigal, 2023)	Liderazgo femenino en una empresa manufacturera	Estudio sobre el liderazgo femenino en una empresa manufacturera.
(Andrade y Martínez, 2023)	Discriminación de género en procedimientos organizacionales	Influencia de códigos sociales en la discriminación
(Arora et al.,2023)	Igualdad de género en América Latina	Avances en educación y salud, pero desigualdad económica
(Reshi y Sudha, 2023)	Brecha salarial de género	La brecha salarial limita el empoderamiento femenino.
(Zamora et al., 2024)	Inclusión de la perspectiva de género en los planes de estudio de ingeniería industrial	Análisis de brechas, desafíos y estrategias de inclusión.
(Chan et al., 2024)	Las mujeres STEM y su vinculación con el sector empresarial	Baja participación femenina en ingeniería (20.9%).

A partir de este marco teórico, se diseñó un instrumento de medición para su aplicación en la región noreste del estado de Sonora, que abarca localidades como Agua Prieta, Bavispe, Bacerac, Cumpas, Fronteras, Huachinera, Huásabas, Nacozari de García y Villa Hidalgo. En el contexto de esta investigación, se incluyeron específicamente las ciudades de Nacozari de García y Agua Prieta. A pesar de que Nacozari de García cuenta con una población reducida, su inclusión se justifica por el hecho de que su población económicamente activa (PEA) se

concentra mayormente en actividades mineras. En contraste, Agua Prieta, la localidad más poblada de la región noreste, presenta una PEA diversificada que participa en diversas empresas (Tabla 2); los demás municipios de la región, por su parte, mantienen una economía predominantemente rural, sustentada en la ganadería y la agricultura.

El estudio empleó una encuesta exploratoria, herramienta clave en investigaciones sobre relaciones sociales, utilizada por diversas organizaciones para analizar el comportamiento de sus grupos de interés y respaldar la toma de decisiones (Romo, 1998). Esta modalidad no solo facilita la identificación de categorías de análisis o esquemas conceptuales, sino que también permite obtener datos clave para el diseño de muestras y la realización de cálculos estadísticos.

Diseño de Muestra. Se investigó la población económicamente activa de las localidades consideradas y se determinó el tamaño de la muestra mediante la fórmula de muestreo para población finita. La encuesta, aplicada por muestreo, recopiló datos a través de un cuestionario estructurado con preguntas abiertas, cerradas y escalas de opinión. La recolección de datos se realizó mediante entrevistas en línea utilizando Google Formularios.

RESULTADOS

Para realizar la encuesta, se definió la muestra para cada ciudad del estudio, utilizando datos del censo de población y vivienda 2020-2021 del INEGI. La Tabla 2 muestra los cálculos empleados, considerando la población total, la PEA y el tamaño de la muestra. Se aplicó una desviación estándar de 0.5, un nivel de confianza del 95 % (1.96) y un margen de error del 9%.

Tabla 2. *Cálculo de la muestra.*

Ciudad	Población (INEGI)	PEA (%)	Población meta	Tamaño de la muestra
Agua Prieta	91,929	60.3	55,433	119
Nacozari de García	14,369	55.4	7,960	117
TOTAL				236

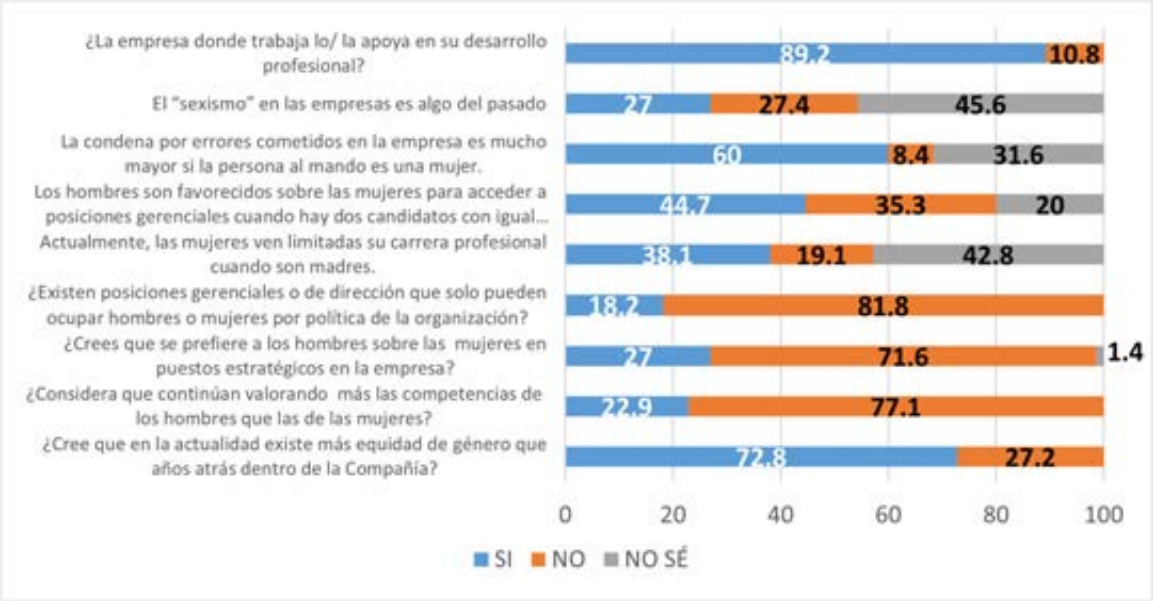
De acuerdo con la Tabla 2, se estableció un total de 236 encuestas para aplicar. La metodología empleada consistió en distribuir las encuestas por localidades, lo que implicó diseñar una encuesta uniforme para todas las localidades y crear bases de datos independientes para cada una. Esto permitió garantizar que se aplicara el número adecuado de encuestas en cada ciudad. En total, se lograron recopilar 258 encuestas, distribuidas de la siguiente manera: 137 para Agua Prieta y 121 para Nacozari de García. El análisis de los resultados de la encuesta aplicada (Figura 1) permite identificar tendencias importantes relacionadas con la percepción de la equidad de género en el ámbito laboral, las cuales pueden vincularse al rol que desempeñan los ingenieros industriales en la gestión de procesos organizacionales y la mejora continua.

Los resultados reflejan percepciones mixtas sobre equidad de género en las empresas. Un 89.2% de los encuestados considera que su organización los apoya en su desarrollo profesional, aunque un 10.8% no lo percibe así, evidenciando áreas de mejora. Respecto al

sexismo, solo un 27% cree que ya no es un problema, mientras que un 27.4% considera que persiste y un 45.6% no tiene una opinión clara, lo que podría deberse a la falta de experiencias directas o desconocimiento sobre el tema. Un preocupante 60% opina que las mujeres líderes enfrentan mayor condena por errores, subrayando un sesgo de género persistente. Asimismo, el 44.7% percibe favoritismo hacia los hombres en posiciones gerenciales, y un 38.1% indica que la maternidad limita las oportunidades profesionales de las mujeres, temas que exigen atención prioritaria.

Aunque el 81.8% niega la existencia de políticas que restrinjan posiciones por género, un 71.6% identifica preferencia hacia los hombres en puestos estratégicos, y el 77.1% percibe que las competencias masculinas siguen siendo más valoradas. Finalmente, el 72.8% reconoce avances en equidad de género en los últimos años, pero un 27.2% opina que no ha habido mejoras, destacando áreas donde las empresas pueden redoblar esfuerzos para alcanzar un entorno más equitativo e inclusivo.

Figura 1. *Percepción de equidad de género y desarrollo profesional en el entorno laboral del noreste de Sonora.*



Además, en la encuesta se preguntó si las mujeres ¿ganan más, menos o igual que los hombres en un mismo trabajo? Los resultados mostraron que el 83.7 % de los encuestados percibe igualdad salarial entre mujeres y hombres, aunque un 11.6 % cree que las mujeres ganan menos y un 4.6 % opina que ganan más. Estos resultados evidencian avances, pero también la necesidad de abordar las disparidades salariales y promover políticas inclusivas que garanticen igualdad de oportunidades. Es crucial fomentar una cultura organizacional que valore la diversidad de género y asegure equidad en el desarrollo profesional.

Se analizaron las respuestas negativas obtenidas en las encuestas realizadas en Agua Prieta y Nacozari de García, destacando que los trabajadores de Nacozari de García presentaron los resultados más negativos (ver Tabla 3), posiblemente debido a que la mayoría de los

encuestados son trabajadores de la mina. La industria minera ha sido históricamente dominada por hombres y considerada una ocupación masculina, lo que ha generado una marcada falta de equidad de género en este sector. Las tradiciones y estereotipos de género han consolidado la idea de que la minería es un trabajo físicamente exigente y peligroso, lo que limita las oportunidades de las mujeres (Lutz y Zaremberg, 2022).

Tabla 3. *Distribución del porcentaje negativo por ciudad.*

Pregunta	% Negativo	% Nacozari	% Agua Prieta
1	27.20	0.80	6.40
2	22.90	17.10	5.80
3	27.00	25.40	1.60
4	18.20	15.18	3.02
5	19.10	9.65	9.45
6	35.30	27.53	7.77
7	8.40	6.20	2.20
8	27.40	19.30	8.10
9	11.60	9.30	2.30

Análisis de Influencia del Género en la Percepción de la Equidad en las Empresas: Resultados de la Prueba Chi-Cuadrado.

La Tabla 4 presenta un análisis de las percepciones de equidad de género en empresas mediante pruebas de **chi-cuadrado**, evidenciando diferencias significativas en valoración de competencias, preferencia por hombres en puestos estratégicos, percepción de sexismo e inequidad salarial. Estos factores afectan principalmente a las mujeres, limitando su desarrollo profesional, especialmente por la maternidad y la preferencia por hombres en liderazgo.

Por otro lado, algunos aspectos, como las políticas organizacionales, la efectividad de equipos diversos y el apoyo empresarial al desarrollo profesional, no mostraron diferencias significativas. Esto indica que, aunque hay desigualdades percibidas, también existen áreas con percepciones similares entre hombres y mujeres. Estos hallazgos brindan una base para estrategias que fomenten la equidad de género en las empresas.

***Tabla 4**. Resultados de las pruebas de chi-cuadrado sobre la percepción de equidad de género.*

Aspecto evaluado	Valor de *p*	Significativo	Interpretación
Percepción de la equidad de género comparada con años anteriores	0.048	Sí	Las mujeres perciben una mejora en la equidad de género en mayor proporción que los hombres.
Valoración de competencias (hombres vs. mujeres)	0.00	Sí	Existe una percepción de que las competencias de los hombres son más valoradas que las de las mujeres en las empresas.
Preferencia por hombres en puestos estratégicos	0.00	Sí	Se percibe una preferencia significativa hacia los hombres en roles estratégicos dentro de las organizaciones.
Políticas de género en puestos gerenciales o de dirección	0.784	No	No se observan diferencias significativas en la percepción de políticas que limiten ciertos puestos a un género específico.
Limitación de carreras profesionales debido a la maternidad	0.001	Sí	Las mujeres perciben limitaciones significativas en sus carreras profesionales cuando se convierten en madres.
Preferencia por hombres en posiciones gerenciales con igual calificación	0.00	Sí	Existe una percepción significativa de que los hombres son favorecidos en posiciones gerenciales incluso cuando las calificaciones son equivalentes.
Percepción de sexismo en las empresas	0.00	Sí	El sexismo sigue siendo un tema relevante según la percepción de los encuestados.
Equidad salarial (mujeres vs. hombres)	0.00	Sí	Se percibe una desigualdad salarial notable, donde se cree que las mujeres ganan menos que los hombres por trabajos equivalentes.
Efectividad de equipos de trabajo con diversidad de género	0.314	No	No hay evidencia significativa de que la diversidad de género influya en la efectividad de los equipos de trabajo.
Preferencia de liderazgo (hombres vs. mujeres)	0.001	Sí	Se observa una preferencia significativa por tener un líder hombre en lugar de una mujer.
Apoyo empresarial en el desarrollo profesional	0.775	No	No se identifican diferencias significativas en la percepción de apoyo por parte de las empresas hacia el desarrollo profesional.

CONCLUSIONES

En la región noreste de Sonora, la mayoría de los encuestados perciben avances hacia la equidad de género en las empresas, un 72.8% cree que ha mejorado con el tiempo. También opinan que no existen preferencias hacia los hombres en puestos estratégicos ni vacantes. Sin embargo, persiste la percepción de que la maternidad limita las oportunidades profesionales de las mujeres (38.1%). A pesar de esto, el 69.3% considera que los equipos diversos logran mejores resultados, y las preferencias hacia el género del líder están equilibradas (49.4% prefieren un jefe hombre y 46.1% una jefa mujer). En conclusión, aunque se han logrado avances, es crucial que las organizaciones sigan promoviendo políticas inclusivas y fomenten la igualdad de oportunidades.

Los avances en equidad de género en la carrera de Ingeniería Industrial muestran un reconocimiento creciente del liderazgo femenino, favoreciendo su inclusión en puestos estratégicos. La preferencia por equipos diversos subraya la importancia de la heterogeneidad

en habilidades y perspectivas para la gestión multidisciplinaria. Sin embargo, persisten desafíos relacionados con la maternidad, especialmente en sectores con jornadas extensas o viajes frecuentes, lo que requiere estrategias para garantizar una verdadera igualdad de oportunidades.

Las políticas laborales que equilibren vida personal y profesional son clave para la igualdad de oportunidades y el ascenso de mujeres en sectores técnicos. La equidad de género fortalece tanto a las organizaciones como a la formación en Ingeniería Industrial, ya que la diversidad mejora la resolución de problemas y la optimización de procesos. Además, es esencial que los estudiantes comprendan la responsabilidad social empresarial, donde la equidad es un factor central. Con prácticas inclusivas, los futuros ingenieros estarán mejor preparados para enfrentar y eliminar barreras de discriminación.

Fomentar la equidad de género en la formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial los prepara para liderar equipos diversos de manera efectiva, promoviendo un liderazgo inclusivo que fortalece la cultura organizacional y facilita el crecimiento profesional. Además, las empresas están cada vez más sujetas a regulaciones globales que promueven la equidad de género, lo cual es crucial para los estudiantes que trabajarán en organizaciones internacionales. La equidad de género se ha convertido en un criterio clave en la evaluación de empresas por parte de inversionistas y consumidores.

En resumen, la equidad de género es fundamental tanto para la justicia social como para el éxito organizacional. Integrarla en la formación de estudiantes de Ingeniería Industrial les brinda herramientas para desenvolverse en entornos inclusivos y promueve una sociedad más equitativa.

Trabajos Futuros.

Para la carrera de Ingeniería Industrial, se sugiere investigar el impacto de la maternidad en el avance profesional de las mujeres y el rol de las políticas laborales en su desarrollo. También es clave analizar las barreras en la industria minera y proponer estrategias inclusivas. Otros temas de estudio incluyen la eficacia de programas de liderazgo inclusivo, el impacto de la cultura organizacional en la equidad de género y estrategias para atraer más mujeres a la carrera. Además, se recomienda un estudio longitudinal sobre la equidad de género en empresas y su influencia en el rendimiento de equipos de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, C., & Martínez, A. (2023). *La discriminación de género a través de las metáforas del cristal, una aproximación a la situación de las mujeres en la alta dirección de la administración pública en México.* GénEroos. Revista de investigación y divulgación sobre los estudios de género, 1(1), 102-13. https://doi.org/10.53897/RevGenEr.2023.01.04

Arora, D., Braunstein, E., & Seguino, S. (2023). *A macro analysis of gender segregation and job quality in Latin America.* World Development, 164, Article 106153. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.106153

Barreiro-Gen, M., Lozano, R., Temel, M., & Carpenter, A. (2021). *Gender equality for sustainability in ports: Developing a framework*. *Marine Policy, 131*, 104593. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104593

González Beltrones, A. V., Valenzuela Miranda, A. G., & Maya Rodríguez, J. M. (2013). *¿Año 2013 cuentan los Municipios de Sonora con Presupuesto Participativo y pro-equidad de género?* BIOLEX Revista Jurídica del Departamento de Derecho, 5(9 jul-dic), 40–63. https://doi.org/10.36796/biolex.v9i0.97

Cornwall, A., & Rivas, A.-M. (2015). *From 'gender equality' and 'women's empowerment' to global justice: reclaiming a transformative agenda for gender and development. Third World Quarterly, 36*(2), 396–415. https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1013341

Chan M., Ramírez T., Ordaz M., Bargas E. (2024). Las mujeres stem y su vinculación con el sector empresarial. ANFEI Digital, (16). https://doi.org/10.63136/read162024984pp520

Chesley, N., & Flood, S. (2017). *Signs of change? At-home and breadwinner parents' housework and child-care time.* Journal of Marriage and Family, 79(2), 511–534. https://doi.org/10.1111/jomf.12376

Dashper, K. (2020). Mentoring for gender equality: Supporting female leaders in the hospitality industry. International Journal of Hospitality Management, 88, 102397. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102397

Castañeda Dimas, S. P. C. (2022). *Equidad de género en los mandos directivos educativos.* Ciencia y Filosofía, 7(7), 52–66. https://doi.org/10.38128/cienciayfilosofa.v7i7.48

Kabeer, N. (2021). *Gender Equality, Inclusive Growth, and Labour Markets.* In Women's Economic Empowerment (pp. 13-48). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003141938

Lutz Ley, A. N., & Zaremberg, G. (2022*). Transformaciones de roles de género en la comunidad rural minera de Cucurpe, Sonora. Desacatos:* Revista de Ciencias Sociales (68), 50–67. Recuperado de https://desacatos.ciesas.edu.mx/index.php/Desacatos/article/view/2486

Lopez, L. B., Costanza, F., Ortega Gil, M., & Strid, S. (2023). *Integrating Gender Equality in Economics and Management*. In D. Vujadinović, M. Fröhlich, & T. Giegerich (Eds.), *Gender-Competent Legal Education* (pp. 631–666). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-14360-1_18

López Romo, H. (1998). *La metodología de la encuesta. En J. L. Galindo Cáceres (Coord.), Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación* (pp. 33–74). México: Pearson Educación / Addison Wesley Longman. Recuperado de https://biblioteca.marco.edu.mx/files/metodologia_encuestas.pdf

Madrigal-Martínez, A., Cruz-Rivero, L., & Méndez-Hernández, M. (2023). *Liderazgo femenino en el sector manufacturero: La importancia del papel de la mujer y la ingeniería en los procesos clave de una herrería. Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable (RINDERESU), 7*(1-2), 194-202. Recuperado de http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/140/142

Mayorga, K. (2018). Igualdad de género en la educación superior en el siglo XXI. *Palermo Business Review, (18), 137-144.* https://www.palermo.edu/economicas/cbrs/pdf/pbr18/PBR_18_07.pdf

Merma-Molina, G., Urrea-Solano, M., & Gavilán-Martín, D. (2024). *Promover la igualdad de género mediante la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Introducción*. *Feminismo/s*, (43), 13–25. https://doi.org/10.14198/fem.2024.43.01

Núñez Munguía, G., Valdez Pineda, D. I., & Ochoa Silva, B. (2017). *Evaluación del desempeño organizacional derivado del género del gerente en las PYMES del sur de Sonora. Revista Gestión y Estrategia*, (51), 11–22. https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/gye/2017n51/Nunez

Reshi, I. A., & Sudha, T. (2023). *Economic empowerment of women: A review of current research. International Journal of Educational Review*, Law And Social Sciences (IJERLAS), 3(2), 601–605. https://doi.org/10.54443/ijerlas.v3i2.746

Rodríguez Pérez, R. E., & Camberos Castro, M. (2007). *Análisis de la discriminación salarial de la mujer en Hermosillo, Sonora. Política y Cultura*, (28), 219–250. Recuperado de https://polcul.xoc.uam.mx/index.php/polcul/article/view/1039

Sarrió, M., Ramos, A., & Candela, C. (2002). *El techo de cristal en la promoción profesional de las mujeres. Revista de Psicología Social: International Journal of Social Psychology, 17*(2), 167–182. https://doi.org/10.1174/021347402320007582

Scarone Adarga, M. (2014**)**. *Violencia laboral intramuros: Hostigamiento sexual y otras formas de violencia contra la mujer en las maquiladoras de Sonora y Baja California.* Región y Sociedad, (Número Especial 4), 129–154. https://doi.org/10.22198/rys.2014.0.a89

Seguino, S. (2016). *Global trends in gender equality.* Journal of African Development, 18(1), 9–30. https://doi.org/10.5325/jafrideve.18.1.0009

Tate, G. A., & Yang, L. A. (2015). *Female leadership and gender equity: Evidence from plant closure.* Journal of Financial Economics, 117(1), 77–97. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.01.004

Wang, S. S., & Ackerman, S. (2020). *The motherhood penalty: Is it alive and well in 2020?* Journal of the American College of Radiology, 17(5), 688–689. https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.11.028

Wirth, L. (2002). *Romper el techo de cristal: Las mujeres en puestos de dirección* (Informes OIT, No. 58). Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/33742/TFM_GonzalezMartinez,%20Ana.pdf;jsessionid=26C9158A3893F527213AC7FA0AE69564?sequence=3

Zamora Díaz, Á., Esparza Posadas, M. F., & Cortés Hernández, M. E. (2024). *Inclusión de la perspectiva de género en los planes de estudio de ingeniería industrial.* ANFEI Digital, (16). Recuperado de https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/989. DOI: https://doi.org/10.63136/read162024989pp571

EFECTOS DE TECNOLOGÍA INTERACTIVA EN FORMACIÓN MATEMÁTICA DE INGENIEROS UNA PERSPECTIVA EN EDUCACIÓN SUPERIOR

EFFECTS OF INTERACTIVE TECHNOLOGY ON ENGINEERS' MATHEMATICAL TRAINING A HIGHER EDUCATION PERSPECTIVE

M. Agüero Lara[1]
A. D. Romero Ocaño[2]
R. G. Encinas Montoya[3]

RESUMEN

El uso de tecnologías emergentes de información y comunicación ha transformado profundamente las habilidades y competencias de los estudiantes de ingeniería, integrando herramientas digitales que permiten un aprendizaje más dinámico, interactivo y personalizado. En este contexto, la computadora ha dejado de ser solo un recurso auxiliar para convertirse en un componente esencial en su proceso formativo, facilitando el acceso a recursos educativos, plataformas de aprendizaje y herramientas analíticas que enriquecen su experiencia académica. Este estudio tiene como objetivo principal optimizar el desempeño académico de los estudiantes de nuevo ingreso en programas de ingeniería de nivel superior, un grupo que frecuentemente enfrenta desafíos en la transición hacia el rigor académico de esta disciplina. Para abordar esta necesidad, se diseñó e implementó una estrategia innovadora basada en la plataforma MyOpenMath, una herramienta que combina la resolución de problemas matemáticos con retroalimentación inmediata y adaptativa, fomentando el aprendizaje autónomo y el refuerzo de conceptos fundamentales.

ABSTRACT

The use of emerging information and communication technologies has profoundly transformed the skills and competencies of engineering students, integrating digital tools that enable more dynamic, interactive, and personalized learning. In this context, computers have evolved from being merely auxiliary resources to becoming essential components of their educational process, facilitating access to educational resources, learning platforms, and analytical tools that enhance their academic experience.The primary goal of this study is to optimize the academic performance of first-year students in higher education engineering programs, a group that often faces challenges in transitioning to the academic rigor of this discipline. To address this need, an innovative strategy was designed and implemented based on the MyOpenMath platform, a tool that combines mathematical problem-solving with immediate and adaptive feedback, fostering autonomous learning and reinforcing fundamental concepts.

ANTECEDENTES

En las últimas décadas, la educación ha enfrentado importantes retos para adaptarse a las necesidades cambiantes de los estudiantes, especialmente en áreas fundamentales como las matemáticas; la incorporación de tecnologías emergentes de información y comunicación (TIC) ha transformado los métodos de enseñanza, permitiendo un aprendizaje más dinámico y personalizado (Barrios et al., 2022). Sin embargo, en México, los resultados educativos son preocupantes: menos del 1% de los estudiantes sobresale en matemáticas, y su rendimiento ha disminuido.

[1] Profesora de Asignatura, Instituto Tecnológico de Agua Prieta, m.aguero@aguaprieta.tecnm.mx.
[2] Profesora de Asignatura, Instituto Tecnológico de Agua Prieta, a.romero@aguaprieta.tecnm.mx.
[3] Profesora de Tiempo Completo, Instituto Tecnológico de Agua Prieta, r.encinas@aguaprieta.tecnm.mx.

En línea con esta tendencia, el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes reveló que, en el año 2022, el 66% de los estudiantes mexicanos tienen un desempeño insuficiente en matemáticas, un porcentaje significativamente mayor al 31% registrado en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Juliet y Francesco, 2014). Este bajo rendimiento está asociado con menores probabilidades de completar estudios universitarios y con oportunidades laborales más limitadas (Sari et al., 2024).

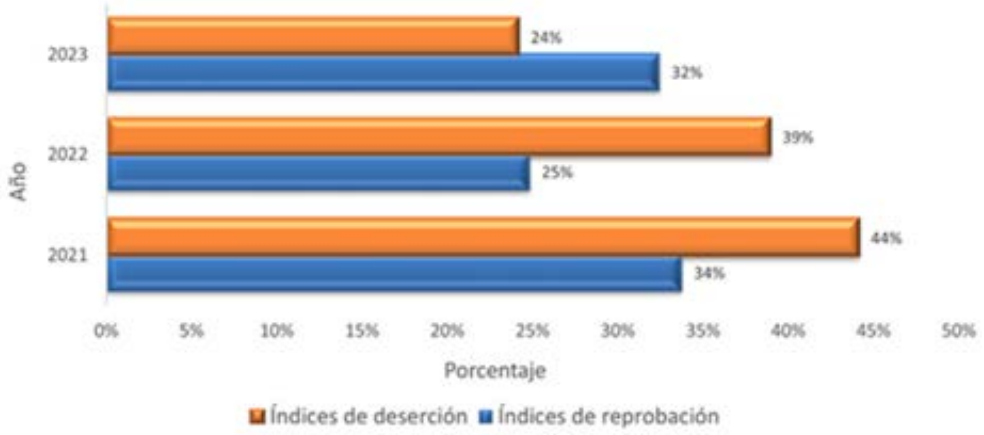
En consecuencia, el aprendizaje de las matemáticas preocupa tanto a los docentes como a las instituciones educativas, ya que los estudiantes frecuentemente experimentan ansiedad, temor y rechazo hacia esta área de estudio. En este contexto, las instituciones de educación superior enfrentan el desafío de enseñar matemáticas y de abordar las creencias negativas asociadas con esta disciplina (Cosgaya et al., 2016). Este problema se agrava con la transición del bachillerato a la universidad, donde las diferencias en los niveles de conocimiento previo incrementan los índices de reprobación y deserción (Bardelle y Di Martino, 2012; Di Martino y Gregorio, 2018; Gueudet, 2008). En México, la tasa de deserción universitaria en carreras relacionadas con las matemáticas puede alcanzar hasta el 50% (Cabanzo, 2017).

Ante esta problemática, los cursos propedéuticos han sido reconocidos como una estrategia clave para nivelar los conocimientos previos de los estudiantes que ingresan a la educación superior y facilitar su adaptación al nuevo entorno académico (Cosgaya et al., 2019; Abricot, 2014). Además, el uso de sistemas interactivos de aprendizaje, que brindan retroalimentación inmediata, ha demostrado contribuir al aprendizaje significativo, generando nuevas oportunidades para el desarrollo de competencias digitales y el fortalecimiento de áreas críticas como las matemáticas (Barrios et al., 2022).

En este contexto, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) Agua Prieta enfrenta una problemática persistente en la asignatura de cálculo diferencial del primer semestre, donde los índices de reprobación y deserción han mostrado una tendencia constante a lo largo del tiempo (Figura 1). Si bien la tasa de deserción ha experimentado una ligera disminución, la reprobación sigue superando el 30%, lo que evidencía la necesidad de estrategias más efectivas para fortalecer el aprendizaje en esta área.

Ante esta situación, el presente estudio, impulsado por las preocupaciones de los docentes del área de ciencias básicas, busca responder a la pregunta: ¿La enseñanza mediante un sistema interactivo mejora el desempeño académico en matemáticas de los estudiantes de ingeniería en el TecNM Agua Prieta? para ello, se diseñó e implementó un procedimiento enfocado en optimizar el aprendizaje de las matemáticas a través de un sistema interactivo, brindando a los estudiantes una herramienta innovadora que facilita la comprensión y aplicación de conceptos clave en su formación.

Figura 1. *Promedio de Índices de deserción y reprobación en cálculo diferencial en las carreras de ingenierías en el TecNM Agua Prieta.*



METODOLOGÍA

La enseñanza de las matemáticas ha evolucionado significativamente, influenciada por una variedad de enfoques pedagógicos y avances tecnológicos. La literatura científica aborda su definición, evolución histórica, desafíos en el aula, y el papel crucial de la tecnología en el aprendizaje. En particular, la integración de plataformas digitales y las TIC han transformado la forma en que los estudiantes interactúan con los conceptos matemáticos, haciendo posible un aprendizaje más flexible, interactivo y accesible. La Tabla 1, presenta una revisión de la literatura relacionada con el tema de la enseñanza de las matemáticas, destacando los principales estudios sobre las definiciones fundamentales de la matemática, su evolución histórica, las problemáticas en la enseñanza, la visualización en matemáticas, y el impacto de las tecnologías educativas.

Tabla 1. *Revisión de la Literatura sobre Enseñanza y Aprendizaje de Matemáticas con Tecnología.*

Tema	Autores	Aportaciones y Descripción
Definición de la matemática	(Batanero et al., 2009) (Quispe, 2010)	Estudio de relaciones entre cantidades, magnitudes, propiedades y deducción lógica.
Evolución histórica de las matemáticas	(Godino et al., 2003)	Introducción de la lógica matemática o simbólica para la deducción e inferencia lógica basada en axiomas, postulados y reglas.
Problemática en la enseñanza	(Gamboa y Moreira, 2017)	Modelos de enseñanza-aprendizaje desarrollados para mejorar resultados y reducir deserción.
Tecnología y educación matemática	(Yerushalmy y Chazan, 2013) (Ferrer, 2007) (Koehler et al., 2014) (Marqués, 2000) (Pozuelo, 2014) (Gonzalez, 2010) (Cortés et al., 2020) (Cordero y Uitz, 2022) (Cortés et al., 2023) (Morales et al., 2024) (Rocha et al., 2024)	TIC como herramienta pedagógica esencial. Educación virtual, dispositivos móviles y plataformas educativas que enriquecen el aprendizaje. Importancia de integrar la tecnología en la enseñanza. Eficiencia del uso de plataformas en el aprendizaje de cálculo. Buenas prácticas para educación virtual en ingeniería. Análisis cualitativo y cuantitativo sobre el impacto de los recursos educativos abiertos en el aprendizaje matemático. Uso de plataformas digitales libres en el proceso enseñanza-aprendizaje del cálculo. Plataformas educativas y asesoría matemática en la enseñanza de la ingeniería.
Plataforma MyOpenMath	(Ben, 2016) (Laitón et al., 2017) (Flores et al., 2024)	Plataforma gratuita y de código abierto para tareas matemáticas. Plataforma que ofrece personalización de tareas, calificación automatizada, gráficos y gestión de cursos. Promueve el aprendizaje autónomo, comprensión visual y reducción de plagio.

En particular, se resalta la relevancia de las plataformas digitales y recursos educativos abiertos como herramientas clave para mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje en disciplinas matemáticas, especialmente en contextos de educación virtual y a distancia. Además, se incluyen estudios sobre plataformas específicas como MyOpenMath y otros recursos para la enseñanza del cálculo, que demuestran la efectividad de estas tecnologías en el apoyo a estudiantes de ingeniería.

A partir del marco teórico, la presente investigación adopta un enfoque cuantitativo con un diseño cuasiexperimental. La población de estudio está conformada por estudiantes de nuevo ingreso en programas de ingeniería. La muestra se seleccionó a partir de dos carreras: dos grupos de Ingeniería Civil y un grupo de Ingeniería Electrónica, todos pertenecientes al TecNM en Agua Prieta. Ninguno de los grupos superó los 18 estudiantes, lo que permitió un análisis detallado del impacto del sistema interactivo en su desempeño académico.

Para evaluar los conocimientos previos de los estudiantes se aplicó una evaluación diagnóstica al inicio del curso propedéutico. El instrumento de medición fue diseñado por un

equipo de expertos en matemáticas del área de ciencias básicas del TecNM Agua Prieta, con más de 10 años de experiencia en la enseñanza de matemáticas y consistió en un cuestionario que abarcaba diversos tipos de preguntas relacionadas con aritmética (principalmente fracciones) y álgebra elemental. El instrumento de medición también fue aplicado al final del curso con el objetivo de determinar si los estudiantes lograron una mejora significativa en sus conocimientos durante el curso propedéutico.

Este curso, realizado en el verano de 2024 en el TecNM Agua Prieta, fue diseñado utilizando un sistema interactivo basado en la plataforma MyOpenMath. Aprovechando las capacidades de esta plataforma, que permiten prácticas ilimitadas y retroalimentación inmediata, entre otras características, el curso se llevó a cabo durante dos semanas, con clases de dos horas diarias, acumulando un total de 20 horas.

RESULTADOS

Para evaluar el impacto del curso interactivo en el rendimiento académico de los estudiantes, se compararon las puntuaciones obtenidas en las evaluaciones diagnósticas al inicio y al final del curso. La Tabla 2 presenta las puntuaciones promedio de los estudiantes de los tres grupos estudiados: Ingeniería Electrónica y dos grupos de Ingeniería Civil. Los resultados reflejan mejoras significativas en el rendimiento académico de todos los grupos, con variaciones notables en las puntuaciones iniciales y finales, lo cual indica el impacto positivo de la metodología empleada en el curso interactivo.

Tabla 2. *Comparativa de Puntuaciones Promedio Antes y Después del Curso Interactivo en los Grupos de Ingeniería.*

Carrera	Grupo	Puntuación Inicial	Puntuación Final	Mejora (%)
Ingeniería Electrónica	Grupo Único	35	58	65.71%
Ingeniería Civil	Grupo 1	40	62	55.00%
Ingeniería Civil	Grupo 2	32	55	71.88%

Las mejoras observadas en los resultados subrayan la eficacia del curso interactivo en el fortalecimiento de habilidades y conocimientos, ya que todos los grupos de estudio mostraron un aumento significativo en las calificaciones promedio tras su implementación. Para evaluar de manera estadística si los incrementos eran significativos, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras pareadas, utilizando el software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Esta prueba es adecuada para comparar los rangos medianos de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas.

La elección de esta prueba es adecuada en este contexto, dado que los tamaños de muestra en cada grupo son menores a 19 estudiantes. Además, dado que se realizaron mediciones pareadas con evaluaciones previas y posteriores para cada grupo, la prueba de Wilcoxon fue la más adecuada para el análisis, ya que permite comparar las diferencias entre cada par de observaciones. Su naturaleza no paramétrica representa una ventaja significativa, pues no requiere asumir una distribución específica de los datos y es menos sensible a la influencia

de valores atípicos. Asimismo, se formuló una hipótesis unidireccional con el propósito de determinar si el uso del sistema interactivo tiene un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes. Para ello, se estableció un nivel de significancia de 0.05, asegurando un criterio riguroso en la evaluación de los resultados.

- **Hipótesis nula (H_0):** El uso de un sistema interactivo para la enseñanza no tiene un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en matemáticas en el TecNM Agua Prieta.
- **Hipótesis alternativa (H_1):** El uso de un sistema interactivo para la enseñanza mejora el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería en matemáticas en el TecNM Agua Prieta.

En este sentido, la Tabla 3 presenta los resultados de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, utilizada para comparar las diferencias entre las puntuaciones previas y posteriores al curso interactivo de matemáticas. Esta prueba no paramétrica permite determinar si las diferencias observadas en las calificaciones son estadísticamente significativas, considerando los rangos de las puntuaciones de cada estudiante. De igual forma, la Tabla 3 muestra los resultados de tres grupos: Ingeniería Electrónica, Ingeniería Civil Grupo 1, e Ingeniería Civil Grupo 2, con sus respectivos rangos positivos, negativos, empates y las sumas de rangos correspondientes a cada grupo.

Como se muestra en la Tabla 3, en el grupo de 11 estudiantes de Ingeniería Electrónica, todos mejoraron sus puntuaciones tras el curso. En el Grupo 1 de Ingeniería Civil, un estudiante redujo su calificación, 13 la aumentaron y uno la mantuvo. En el Grupo 2, tres obtuvieron una calificación más baja, 14 mejoraron y uno se mantuvo igual. La última columna de la tabla presenta la suma de los rangos positivos y negativos; si no hubiera cambios, la diferencia entre estos sería cero, indicando ausencia de mejora; sin embargo, los valores obtenidos (66-0=66, 104-1=103 y 145-8=137) reflejan un incremento significativo en las calificaciones.

En este sentido, la Tabla 4 presenta los valores *p* obtenidos mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, los cuales permiten evaluar si la mejora en el rendimiento académico tras el curso interactivo de matemáticas es estadísticamente significativa. En esta investigación, se estableció un nivel de significancia de 0.05, lo que implica un 5% de probabilidad de rechazar incorrectamente la hipótesis nula (H_0), que sostiene la ausencia de mejora en el desempeño académico.Al comparar los valores *p* con el nivel de significancia, si el valor *p* es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), que propone que la enseñanza mediante un sistema interactivo mejora el desempeño académico en matemáticas de los estudiantes de ingeniería del TecNM Agua Prieta.

Tabla 3. *Resultados de la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon para las Diferencias entre las Puntuaciones Previa y Posterior del Curso Interactivo en Matemáticas.*

Carrera	Prueba posterior - Prueba previa	N	Rango promedio	Suma de rangos
Ing. Electrónica	Rangos negativos	0[a]	.00	.00
	Rangos positivos	11[b]	6.00	66.00
	Empates	0[c]		
	Total	11		
Ing. Civil Grupo 1	Rangos negativos	1[a]	1.00	1.00
	Rangos positivos	13[b]	8.00	104.00
	Empates	1[c]		
	Total	15		
Ing. Civil Grupo 2	Rangos negativos	3[a]	2.67	8.00
	Rangos positivos	14[b]	10.36	145.00
	Empates	1[c]		
	Total	18		

a. Prueba posterior < Prueba previa b. Prueba posterior > Prueba previa
c. Prueba posterior = Prueba previa

En este contexto, los resultados muestran que las calificaciones de los estudiantes mejoran tras la implementación del sistema interactivo. Dado que la hipótesis alternativa plantea un incremento en el rendimiento académico, el valor *p* de la prueba bilateral se ajusta a un valor unilateral dividiéndolo entre dos, permitiendo evaluar exclusivamente si las calificaciones aumentaron. Los resultados de la Tabla 4 reflejan valores *p* unilaterales menores a 0.05 en todos los grupos, lo que permite rechazar la hipótesis nula e indica un impacto positivo significativo del curso interactivo en las calificaciones. Así, se puede concluir que su implementación mejoró el desempeño académico en matemáticas en Ing. Electrónica y los dos grupos de Ing. Civil.

Tabla 4. *Estadísticos de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon obtenidos con SPSS.*

Estadísticos de Prueba[a]		
Carrera	Prueba posterior-Prueba previa	
	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. asintótica (unilateral)
Ing. Electrónica	p =0.003	p =0.0015
Ing. Civil Grupo 1	p =0.001	p =0.0005
Ing. Civil Grupo 2	p =0.001	p =0.0005
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.		

Es relevante destacar que en todos los grupos, las diferencias observadas entre las calificaciones previas y posteriores al curso son estadísticamente significativas, y en todos los casos las calificaciones después del curso fueron superiores a las calificaciones previas.

CONCLUSIONES

La investigación realizada demuestra que el uso de un curso interactivo de matemáticas, implementado a través de la plataforma MyOpenMath, tiene un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes. Los resultados obtenidos en el análisis estadístico respaldan la efectividad del sistema interactivo, validando su potencial para ser utilizado en instituciones de educación superior, especialmente en carreras de ingeniería, como una herramienta eficaz para nivelar y reforzar los conocimientos previos de los estudiantes. Este tipo de curso proporciona las competencias necesarias en matemáticas para enfrentar los retos de la formación académica en ingeniería.

Asi mismo, el estudio muestra que el desempeño de los estudiantes mejoró de manera significativa. En Ingeniería Electrónica, las calificaciones pasaron de un promedio de 35 a 58 puntos, lo que representa un incremento del 65.71%. En los grupos de Ingeniería Civil, el Grupo 1 experimentó un aumento del 55%, subiendo de 40 a 62 puntos, mientras que el Grupo 2 alcanzó una mejora del 71.88%, pasando de 32 a 55 puntos. Estos resultados son un indicio claro de que el curso interactivo constituye una herramienta eficaz para el desarrollo de habilidades matemáticas.

En concordancia con estos hallazgos, el análisis de los resultados, realizado mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, confirma que las diferencias en las calificaciones antes y después del curso son estadísticamente significativas. Los valores de p unilaterales, menores a 0.05, permiten rechazar la hipótesis nula, validando así la mejora en el rendimiento académico después de la implementación del curso interactivo. Este resultado sugiere que MyOpenMath puede ser un recurso valioso en el proceso educativo, especialmente para mejorar el rendimiento en matemáticas de los estudiantes de ingeniería. Además de su efectividad, es fundamental que los docentes utilicen enfoques pedagógicos diversos que fomenten el aprendizaje integral, involucrando diferentes sentidos en la enseñanza.

Una de las grandes ventajas de este tipo de cursos interactivos es su capacidad para emplear múltiples recursos (visuales, auditivos, kinestésicos), adaptándose a las distintas formas de aprender de los estudiantes. Esta estrategia multimodal no solo facilita la comprensión de conceptos complejos, sino que también mejora la retención del conocimiento y la capacidad de aplicar lo aprendido en situaciones prácticas. El empleo de cursos interactivos, como el implementado en MyOpenMath, no solo favorece el rendimiento académico, sino que también incrementa la motivación y el compromiso de los estudiantes. La constante interacción y la retroalimentación inmediata que ofrece la plataforma mantiene el interés de los estudiantes, creando un entorno de aprendizaje dinámico y eficaz.

En resumen, integrar tecnologías educativas innovadoras como MyOpenMath en los programas académicos de ingeniería tiene el potencial de desempeñar un papel fundamental en la formación académica de los estudiantes, asegurando que adquieran las competencias necesarias para su éxito tanto académico como profesional. La adopción de este enfoque interactivo y multimodal en la enseñanza de las matemáticas es una estrategia prometedora para mejorar los resultados de aprendizaje y superar los desafíos educativos en la educación superior.

Trabajos Futuros

Un trabajo futuro relevante podría consistir en ampliar el estudio a diversas asignaturas de ciencias básicas, evaluando los beneficios del curso interactivo. Además, sería interesante realizar un seguimiento a largo plazo del impacto del curso sobre el rendimiento académico de los estudiantes y compararlo con otros métodos tradicionales o digitales de enseñanza. La personalización del aprendizaje en plataformas como MyOpenMath también representa una vía prometedora, ajustando los contenidos a las necesidades individuales de los estudiantes. Otro enfoque importante sería evaluar cómo estos cursos interactivos impactan el desarrollo de competencias transversales clave para la ingeniería. Además, la adaptación de estas plataformas a entornos híbridos de enseñanza y su accesibilidad en diferentes contextos socioeconómicos podría ser objeto de investigación para asegurar una educación equitativa y de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Abricot, N. (2014). *¿Qué pasó después del propedéutico? La inserción a la vida universitaria de los estudiantes que ingresaron a la USACH vía propedéutico*. CLABES IV. Congresos Latinoamericano sobre abandono en Educación Superior. Medellín, Colombia. https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/download/1030/1055

Bardelle, C., y Di Martino, P. (2012). E-learning in secondary–tertiary transition in mathematics: for what purpose? In Roesken B. y Hoyles *ZDM Mathematics education*, *44*, 787-800. Springer. https://doi.org/10.1007/s11858-012-0417-y

Barrios, E., Nahón, A., & López, P. (2022). Evaluación del aprendizaje autónomo dentro del aula invertida: revisión sistemática. *Voces de la Educación, 7(14), 143_168*. https://revista.vocesdelaeducacion.com.mx/index.php/voces/article/view/524

Batanero, C., Vicenc, F., & Godino, J. (2009). Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. *Colección Digital Eudoxus*, *1*(5).

Ben, M. (2016). Technology: The key to the reformation of developmental mathematics pedagogy. *Journal of Educational Technology Systems*, *44*(3), 362-369. https://doi.org/10.1177/0047239515615852

Cabanzo, E. (2017). *Las matemáticas y su influencia en la deserción universitaria. paradigmas*. VII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. https://repository.unimilitar.edu.co/server/api/core/bitstreams/b8a66c81-63e7-47ac-813b-94d6a67cf492/content

Cordero, D. y Uitz, I. (2022). Experiencia virtual en la enseñanza y aprendizaje de matemáticas durante la pandemia por COVID -19. *Revista ANFEI Digital*, (14). http://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/download/828/1470

Cortés, J., Vázquez, C., & Vázquez, V. (2020). Eficiencia del uso de plataformas en el proceso enseñanza aprendizaje en la asignatura de cálculo. *ANFEI Digital*, (12). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/702/1343

Cortés, J., Franchini, C., & Flores, J. (2023). Experiencias virtuales usando plataformas en el proceso enseñanza aprendizaje en la materia de cálculo. *ANFEI Digital*, (15). http://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/920/1568

Cosgaya, B., Castro, A., & Sosa, W. (2016). Creencias que Inciden en el Aprendizaje de las Matemáticas en una Institución de Educación Superior. *Revista deficiencia e ingeniería del instituto tecnológico superior de Coatzacoalcos*, Año *3, No. 3, pp. 22-27*. https://www.researchgate.net/profile/Andres-Castro-Villagran/publication/312489963_Creencias_que_Inciden_en_el_Aprendizaje_de_las_Matematicas_en_una_Institucion_de_Educacion_Superior/links/587e55d808ae4445c06fb103/Creencias-que-Inciden-en-el-Aprendizaje-de-las-Matematicas-en-una-Institucion-de-Educacion-Superior.pdf

Cosgaya, M., Castro, M., Díaz, M., Km, C. C, & México, C. (2019). Curso propedéutico como estrategia para la homologación de conocimientos matemáticos en alumnos de nuevo ingreso. *I.C. Investigación No.16. https://revistaic.instcamp.edu.mx/uploads/Ano2019No16/Ano2019No16-30-51.pdf*

Di Martino, P., & Gregorio, F. (2018). The first-time phenomenon: successful students' mathematical crisis in secondary-tertiary transition. In E. Bergqvist, M. Österholm, C. Granberg & L. Sumpter (Eds.), *Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 339-346). Umeå, Sweden: PME. Retrieved from http://hdl.handle.net/20.500.12162/1494

Ferrer, D. M. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista iberoamericana de educación, 42(4), 1-17.* https://doi.org/10.35362/rie4242406

Flores, A., Cappiello, L., & Quintanilla, I. (2024). Challenges and successes of emergency online teaching in statistics courses. *Journal of Statistics and Data Science Education, 32(2), 122-128.* https://doi.org/10.1080/26939169.2023.2231036

Gamboa, R., y Moreira, T. (2017). Beliefs and attitudes toward mathematics: a comparative study between students and teachers. *Actualidades Investigativas en Educación*, *17(1), 514-559.* http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i1.27473.

Godino, J., Batanero, C., & Vicenç, F. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*. Universidad de Granada.

Gonzalez, J. (2010). High-school dropout rate is cited as a key barrier to Obama's college completion goal. *The Chronicle of Higher Education*. https://www.chronicle.com/article/high-school-dropout-rate-is-cited-as-a-key-barrier-to-obamas-college-completion-goal/

Gueudet, G. (2008). Investigating the secondary–tertiary transition. *Educational studies in mathematics*, *67*(3), *237-254*. https://doi.org/10.1007/s10649-007-9100-6

Juliet, E., y Francesco, A. (2014). Programa para la evaluación internacional de alumnos (pisa) resultados pisa 2012. https://coilink.org/20.500.12592/n7b2q2

Koehler, M., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T., Graham, C. (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. In: Spector, J., Merrill, M., Elen, J., Bishop, M. (eds) *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9

Laitón E., Gómez , S., Sarmiento, R., & Mejía, C. (2017). Competencia de prácticas inclusivas: las TIC y la educación inclusiva en el desarrollo profesional docente. *Sophia*, *13*(2), 82-95. https://doi.org/10.18634/sophiaj.13v.2i.502

Marqués, P. (2000). Impacto de las TIC en educación: funciones y limitaciones. *Revista de Educación*, (322), 31–57. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4817326.pdf

Morales, L. (2024). *La clase de matemáticas como escenario para formar sujetos políticos*. [Tesis doctoral, Universidad Pedagógica Nacional]. http://hdl.handle.net/20.500.12209/20463

Pozuelo, J. (2014). ¿Y si enseñamos de otra manera?: competencias digitales para el cambio metodológico. *Revistas de la UAH, revista digital de investigación en docencia, Volumen 2, número 1*. http://hdl.handle.net/10017/20848

Quispe, J. (2010). Factores que influyen en el rendimiento académico y la deserción de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Económica de la UNA-PUNO, período 2009. *Cuadernos de educación y desarrollo* (11). http://www.eumed.net/rev/ced/11/jtq.htm

Rocha, Y., Romero B., Rojas Y. (2024). Plataforma de asesoría matemática para estudiantes de primer semestre en ingeniería. *ANFEI Digital*, (16). https://doi.org/10.63136/read162024967pp361

Sari, C., Rejeki, S., Toyib, M., Ningtyas, Y., & Aimin, F. (2024). *Supporting students' mathematical literacy: A description of the pretest-posttest results from the development of the numeracy module*. The 7th progressive and fun education international conference. AIP Conf. Proc. 2926, 020005 (2024). https://doi.org/10.1063/5.0183076

Yerushalmy, M., & Chazan, D. (2013). *Overcoming visual obstacles with the aid of the Supposer. Educational Studies in Mathematics, 83*(2), 247–271. https://doi.org/10.1007/s10649-012-9446-0

MOVILIDAD INTELIGENTE: DISEÑO DEL SISTEMA DE MODERNIZACIÓN, AUTOMATIZACIÓN E INNOVACIÓN DE SEMÁFOROS EN PUERTO PEÑASCO

SMART MOBILITY: DESIGN OF THE MODERNIZATION, AUTOMATION AND INNOVATION SYSTEM FOR TRAFFIC LIGHTS IN PUERTO PEÑASCO

J. M. Gerónimo Pérez[1]
D. E. López Chacón[2]

RESUMEN

A través de la automatización y el uso de tecnología en los sistemas urbanos se incluyen recursos humanos y su capital intelectual para el pensamiento estratégico en su diseño e implementación. Actualmente el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP) como máxima casa de estudios de la localidad presenta el proyecto de modernización del sistema de semáforos de Puerto Peñasco, Sonora utilizando tecnología avanzada. Cada semáforo funcionará como un nodo enlazado a un servidor central, que gestionará los tiempos y analizará los datos de tráfico en tiempo real para optimizar el flujo vehicular. Además, se incluye señales peatonales con sonido para facilitar el cruce seguro de personas con discapacidades visuales y señales de emergencia para gestionar situaciones críticas. La investigación se centra en reducir costos operativos, incrementar la seguridad vial y vincular a instituciones educativas para el desarrollo sostenible. La modernización tecnológica en proyectos urbanos es clave para promover el desarrollo sostenible y la colaboración entre instituciones académicas y gobiernos locales (Esparza Posadas et al., 2023). Los resultados preliminares muestran un aumento significativo en la eficiencia energética, una mejora en la gestión del tráfico urbano y una mayor inclusión en la infraestructura vial.

ABSTRACT

Through automation and the use of technology in urban systems, human resources and their intellectual capital are included for strategic thinking in their design and implementation. Currently the Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP) as the highest education institution of the locality presents the project to modernize the traffic light system of Puerto Peñasco, Sonora using advanced technology. Each traffic light will function as a node linked to a central server, which will manage timing and analyze traffic data in real time to optimize vehicular flow. In addition, it will include pedestrian signals with sound to facilitate safe crossing for the visually impaired and emergency signals to manage critical situations. The research focuses on reducing operating costs, increasing road safety and linking educational institutions for sustainable development. Technological modernization in urban projects is key to promote sustainable development and collaboration between academic institutions and local governments (Esparza Posadas et al., 2023). Preliminary results show a significant increase in energy efficiency, improved urban traffic management and greater inclusion in road infrastructure.

ANTECEDENTES

Con el crecimiento del flujo vehicular los semáforos son elementos importantes para la seguridad del tránsito, la circulación urbana eficiente además de que se puede eficientizar con la implementación de tecnología sostenible.

En Puerto Peñasco, Sonora los semáforos actuales presentan tecnología obsoleta, lo que genera ineficiencias en el flujo vehicular y altos costos de mantenimiento. Este proyecto surge con el objetivo de presentar una propuesta de modernizar del sistema de semáforos

[1] Profesor Asignatura B. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. jose.gp@puertopenasco.tecnm.mx
[2] Profesor Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. diana.lc@puertopenasco.tecnm.mx

mediante tecnología avanzada como Raspberry Pi 5, sensores inteligentes y energía solar, con nodos conectados a un servidor central que optimice los tiempos y analice datos de tráfico en tiempo real. Este enfoque no solo busca mejorar el flujo vehicular, sino también reducir costos operativos y promover un desarrollo urbano sostenible. Además, el proyecto tiene un impacto directo en la formación de estudiantes de ingeniería, quienes participan activamente en el diseño e implementación de este, fortaleciendo sus competencias académicas y contribuyendo al avance tecnológico de la región.

El planteamiento del problema incluye los siguientes objetivos y preguntas de investigación:
Objetivos:

1. Optimizar el flujo vehicular mediante un sistema de semáforos centralizado y automatizado.
2. Incorporar tecnologías renovables y accesibles para reducir costos operativos.
3. Vincular el desarrollo del sistema con instituciones educativas para fomentar la innovación local.
4. Utilizar sensores para identificar patrones de tráfico y realizar un conteo vehicular preciso.
5. Gestionar vías alternas e implementar mejoras en el sistema vial con base en los datos recolectados.
6. Vincular a estudiantes de los programas de ingeniería en proyectos de urbanización con impacto ambiental para fortalecer su proceso enseñanza-aprendizaje.

Preguntas de investigación:

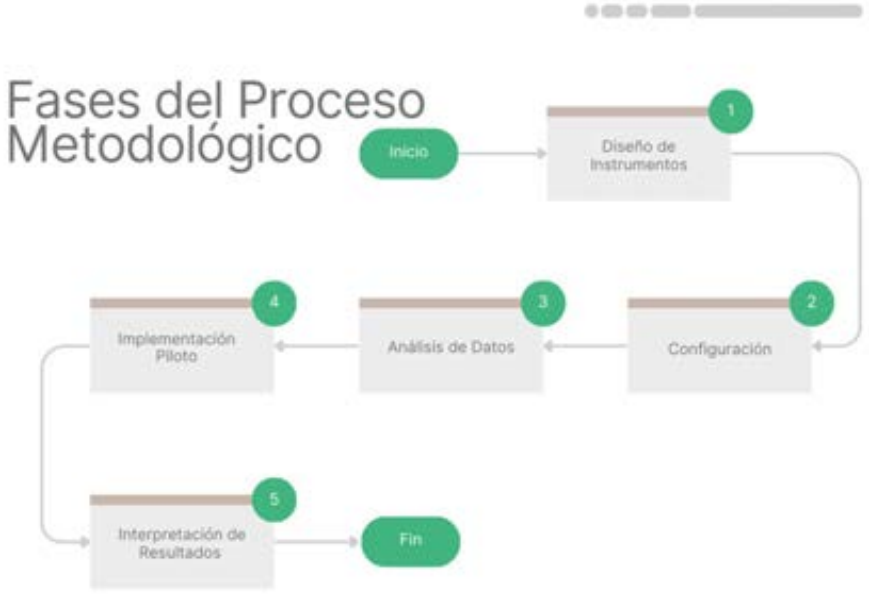
- ¿Cómo se puede mejorar el tráfico urbano utilizando tecnología avanzada?
- ¿Cuál es el impacto de integrar un sistema de semáforos con energía renovable en los costos municipales?
- ¿Cómo puede la colaboración entre el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco y el municipio potenciar la innovación y la formación académica?

La modernización de los semáforos no solo aborda un problema de tráfico urbano, también representa una oportunidad para reducir el impacto ambiental, disminuir los costos operativos y fomentar la inclusión social mediante la implementación de sistemas accesibles para peatones. Esta propuesta está basada en un juicio razonado y se fundamenta en antecedentes sólidos, como estudios previos de tráfico en ciudades similares y tecnologías aplicadas con éxito en otros contextos urbanos. Esto garantiza que las soluciones presentadas sean prácticas, escalables y alineadas con las necesidades reales de la comunidad. Además, la participación activa de los estudiantes de ingeniería del ITSPP permite que este proyecto trascienda como un modelo educativo y tecnológico replicable en otras ciudades.

METODOLOGÍA

Después de haberse planteado el problema de estudio y evaluado la relevancia del proyecto, se desarrolló un marco teórico fundamentado en investigaciones previas y conceptos clave relacionados con tecnologías de tráfico inteligente y energía sostenible (ver Figura 1). El estudio consideró investigaciones similares realizadas en ciudades como Monterrey y Guadalajara (ABC Noticias, 2022; Informador.mx, 2022), Durante la metodología, se integraron sensores avanzados y software desarrollado con Python, siguiendo enfoques como los descritos por Matthes (2019) y Severance (2016).

Figura 1. *Fases del Proceso Metodológico para la Implementación del Sistema de Semáforos Inteligentes.*



A continuación, se describen las fases de la metodología implementada.

Fases del estudio:

1. **Diseño y configuración:**

- En esta fase se definieron los componentes principales del sistema, como los Raspberry Pi 5, sensores vehiculares y auditivos, y el servidor central, como lo presentó (Lamego, 2017) quien desarrolló un software inteligente capaz de administrar todos los nodos (semáforos), permitiendo la recolección de datos en tiempo real y la gestión eficiente del tráfico vehicular. En consideración de metodologías de interconexión y su modelo de cascada sugeridas por M. A. Ruiz Jaimes, et al (2020)

2. **Instrumentación:**

- Consistió en la instalación física de los sensores en los semáforos y su conexión al servidor central. También se incluyeron señales peatonales con sonidos para personas con discapacidades visuales y señales de emergencia, en esta fase los estudiantes participaron activamente en la instalación de los sensores, la configuración del software y las pruebas piloto, aplicando conocimientos prácticos.

3. **Análisis de datos:**

- Se recopilaron y procesaron los datos generados por los sensores para identificar patrones de tráfico y generar propuestas de mejora en las vías urbanas. Este análisis permitió simular escenarios para evaluar el impacto de las vías alternas y las mejoras propuestas. En esta etapa fue fundamental la participación de un grupo de estudiantes y docentes en la obtención de datos y diseño de escenarios propicios.

Limitaciones:

- **Financieras:** Restricciones presupuestales para una implementación completa.
- **Infraestructura:** La adaptación inicial se enfoca en zonas clave y podría enfrentar desafíos por las condiciones actuales del tráfico urbano.

El alcance inicial de la investigación se centra en las intersecciones más transitadas de Puerto Peñasco, con un enfoque en la recolección de datos de tráfico en tiempo real y la implementación de mejoras inmediatas en la gestión vehicular (ver Figura 2). Para ello, se seleccionó una muestra de 3 intersecciones clave con un alto flujo vehicular y críticas en la congestión. El procedimiento de selección se basó en un análisis previo de densidad vehicular y quejas ciudadanas. Las características de esta muestra incluyen ubicaciones con semáforos ya existentes y puntos de intersección peatonal. En estas áreas, se llevaron a cabo simulaciones y pruebas piloto que permitieron evaluar la efectividad del sistema implementado, ajustar los parámetros y validar la viabilidad del proyecto para futuras expansiones. Los procesos de recolección de datos incluyeron el uso de sensores inteligentes instalados en las intersecciones seleccionadas, los cuales recopilaron información en tiempo real sobre densidad vehicular, tiempos de espera, flujo peatonal y patrones de cruce. Los datos recolectados fueron enviados al servidor central donde se procesaron y almacenaron mediante algoritmos de análisis. Una vez obtenidos, los datos fueron utilizados para:

1. Identificar puntos críticos de congestión vehicular y peatonal.
2. Simular escenarios alternativos para la gestión del tráfico.
3. Ajustar los tiempos de los semáforos y proponer vías alternas.
4. Generar reportes y estadísticas visuales que sirvieron como referencia para la toma de decisiones.

Figura 2 *Interfaz de Monitoreo del Estado del Tráfico en Tiempo Real con Indicadores Clave (KPI).*

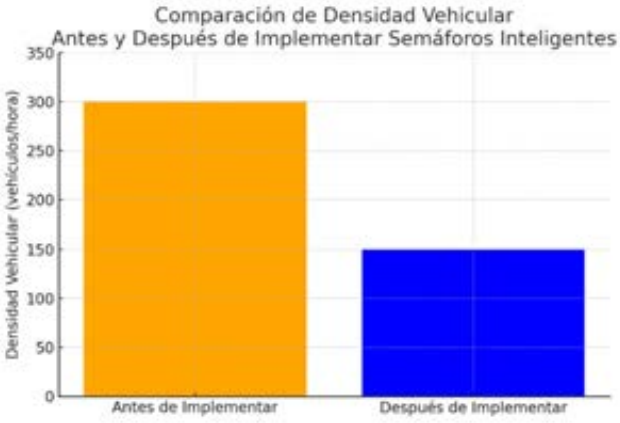
Estos procesos permitieron una retroalimentación continua, optimizando el sistema y demostrando su eficacia antes de una implementación a mayor escala, para realizar los ajustes y tomar las decisiones necesarias para un resultado optimo en su aplicación.

RESULTADOS

En los resultados obtenidos, se evidenció un impacto significativo en la optimización del flujo vehicular y la mejora de la seguridad vial en las intersecciones analizadas. La integración de los sensores con el servidor central, implementada mediante Node-RED, demostró ser efectiva gracias a su versatilidad y facilidad de implementación (Hagino, 2021). Los datos presentados incluyen una comparativa en formato de gráfica de los tiempos de espera promedio antes y después de la implementación de los semáforos inteligentes (ver Figura 3), así como una comparación de la densidad vehicular en las mismas condiciones (ver Figura 4).

Figura 3. *Comparación de Tiempos de Espera Promedio Antes y Después de la Implementación de Semáforos Inteligentes.*

Figura 4. *Comparación de Densidad Vehicular Antes y Después de la Implementación de Semáforos Inteligentes.*



A continuación, se presentan los principales productos del análisis:

1. **Análisis de densidad vehicular:**
   - Identificación de picos de tráfico en horas específicas del día.
   - Zonas con mayor flujo vehicular, destacando tres intersecciones clave que representaron el 70% de la congestión reportada.

2. **Evaluación del tiempo de espera:**
   - Reducción del 25% en los tiempos de espera promedio tras ajustes iniciales en los semáforos.
   - Implementación de sincronización dinámica en horarios pico, mejorando la fluidez del tráfico.

3. **Propuestas de vías alternas:**
   - Basadas en simulaciones, se diseñaron dos rutas alternas para desviar tráfico en momentos críticos, reduciendo la carga vehicular en las intersecciones más concurridas.

4. **Impacto en el flujo peatonal:**
   - Incremento en la seguridad peatonal mediante la instalación de señales con sonido.
   - Reducción de incidentes en cruces clave gracias a tiempos dedicados exclusivamente para peatones.

Tratamiento de Datos:
Los datos recolectados fueron sometidos a análisis estadísticos y simulaciones utilizando software especializado, como Python y su biblioteca de análisis NumPy (Wes McKinney 2017). Este análisis permitió:

- Visualizar patrones de tráfico en tiempo real.
- Evaluar la efectividad de las intervenciones realizadas.
- Generar reportes detallados que facilitaron la toma de decisiones informadas para ajustes y futuras implementaciones.

Los resultados obtenidos muestran que el sistema es capaz de optimizar el flujo vehicular mediante la sincronización de semáforos y la implementación de rutas alternas. La Raspberry Pi desempeñó un papel crucial en la recolección y análisis de datos en tiempo real, lo que facilitó la aplicación de ajustes dinámicos en el sistema (Molloy, 2019). Además, se logró una mejora significativa en la seguridad vial gracias a las señales peatonales con sonido, permitiendo un cruce más seguro para personas con discapacidades visuales. Estos hallazgos reflejan el impacto positivo del sistema en las intersecciones seleccionadas, demostrando su viabilidad para futuras expansiones.

CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos, se concluye que la implementación de un sistema de semáforos inteligentes en Puerto Peñasco es viable y efectivo. Este sistema demostró su capacidad para optimizar el flujo vehicular, reducir tiempos de espera y mejorar la seguridad vial mediante tecnologías avanzadas como sensores inteligentes y software de gestión centralizada.

Recomendaciones para futuras investigaciones:

1. Ampliar la implementación a otras intersecciones de la ciudad para validar los resultados en diferentes contextos urbanos.
2. Investigar el impacto a largo plazo de las señales peatonales con sonido en la seguridad de personas con discapacidades visuales.

3. Explorar la integración de tecnologías de inteligencia artificial para predicción de patrones de tráfico y ajustes proactivos.

Implicaciones de la investigación: Este modelo educativo basado en la participación activa de los estudiantes no solo beneficia su formación, sino también fomenta la innovación tecnológica y la colaboración entre instituciones. El estudio resalta la importancia de adoptar tecnologías sostenibles en la infraestructura urbana, fomentando la colaboración entre instituciones académicas y gobiernos locales. Además, establece un modelo replicable para otras ciudades con características similares.

Respuestas a las preguntas de investigación:

1. El tráfico urbano se puede mejorar significativamente utilizando tecnologías avanzadas como sensores y software centralizado.
2. La integración de un sistema basado en energía renovable reduce costos operativos y promueve la sostenibilidad.
3. La colaboración entre el ITSPP y el municipio no solo potencia la innovación, sino que también fortalece la formación práctica de los estudiantes, beneficiando a la comunidad en general.

Los resultados obtenidos en el proyecto refuerzan la idea de que iniciativas como el SIGA en Jalisco son replicables en otros municipios con necesidades similares, contribuyendo a la mejora de la movilidad urbana Gobierno del Estado de Jalisco (2018), de igual manera los beneficios coinciden con los reportados por el Instituto Mexicano del Transporte (2018), confirmando que la tecnología puede ser un aliado clave en la mejora de la movilidad urbana. En conclusión, este proyecto no solo aborda problemas actuales de tráfico, sino que también sienta las bases para una infraestructura vial más eficiente, segura e inclusiva (ver Tabla 1 para un resumen de los beneficios estimados).

Tabla 1. *Beneficios del Proyecto de Modernización de Semáforos Inteligentes.*

ASPECTO	DESCRIPCIÓN	IMPACTO ESTIMADO
Ahorro en costos operativos	Disminución del consumo energético mensual en un 75%.	Ahorro de $2,000 mensuales por intersección.
Reducción de tiempos de espera	Tiempos de espera promedio reducidos en un 50%.	Reducción de 60 segundos en promedio por vehículo.
Mejora en la seguridad vial	Señales auditivas mejoran la seguridad de peatones con discapacidades visuales.	Accidentes peatonales disminuidos en un 30%.
Impacto ambiental positivo	Uso de energía solar disminuye emisiones de carbono.	Reducción de 1 tonelada de CO2 por año.
Promoción de la innovación educativa	Participación activa de estudiantes en el diseño e implementación.	Fortalecimiento de competencias tecnológicas en estudiantes.
Sincronización dinámica del tráfico	Optimización automática del flujo vehicular en tiempo real.	Aumento del 20% en la fluidez del tráfico en horas pico.

BIBLIOGRAFÍA

ABC Noticias. (2022, 27 de mayo). *Colocarán semáforos inteligentes en más de mil cruces de metrópoli regia*. https://abcnoticias.mx/local/2022/5/27/colocaran-semaforos-inteligentes-en-mas-de-mil-cruces-de-metropoli-regia-163348.html

Esparza Posadas, M. F., Ramírez Lazos, E., Ávila Esquivel, N., & Zamora Díaz, A. (2023). Plataformas educativas para tecnologías de la industria 4.0: Superando las barreras de entrada en México. *Revista ANFEI Digital*, (15). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/919

Gobierno del Estado de Jalisco. (2018). *Sistema Inteligente de Gestión de la Movilidad (SIGA)*. https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/109191

Hagino, T. (2021). *Practical Node-RED programming: Learn powerful visual programming techniques and best practices for the web and IoT*. Packt Publishing.

Informador.mx. (2022, 1 de julio). *Movilidad Jalisco: Entran en operación semáforos inteligentes en 20 corredores del AMG*. https://www.informador.mx/jalisco/Movilidad-Jalisco-Entran-en-operacion-semaforos-inteligentes-en-20-corredores-del-AMG-20220701-0150.html

Instituto Mexicano del Transporte. (2018). *Detección automática de incidentes de tráfico en una carretera* (Publicación Técnica No. 582). https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt582.pdf

Lamego Castro, J. A. (2017). *Desarrollo de un sistema inteligente de control de tráfico con software de código abierto en sistemas embebidos* [Tesis de maestría, Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.]. Repositorio CIATEQ. https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/91/1/LamegoCastroJoseA%20MSIM%202017.pdf

Matthes, E. (2019). *Curso intensivo de Python: Una introducción práctica y basada en proyectos a la programación*. No Starch Press.

McKinney, W. (2017). *Python para análisis de datos* (2ª ed.). O'Reilly Media.

Molloy, D. (2019). *Raspberry Pi® a fondo para desarrolladores*. Marcombo.

Ruiz Jaimes, M. A., Erazo Valadez, M., Miguel Ruiz, J. A., & León Sosa, S. E. (2020). Captación de señales y administración de datos con herramientas de desarrollo para proyectos IoT. *Revista ANFEI Digital*, (12). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/673

Severance, C. (2016). *Python para todos: Explorando datos con Python 3*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

TRANSFORMANDO LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA: IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL APRENDIZAJE

TRANSFORMING UNIVERSITY EDUCATION: IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON LEARNING

D. A. Osuna Talamantes[1]
D. E. López Chacón[2]
G. E. Tiznado Parra[3]
J. M. Gerónimo Pérez[4]

RESUMEN

El artículo explora la influencia de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior, destacando su capacidad para personalizar el aprendizaje, automatizar tareas y desarrollar competencias tecnológicas. Aunque su adopción global muestra beneficios significativos, en México se enfrentan desafíos como la falta de formación docente y barreras económicas. Mediante encuestas y revisión documental, se identifica una percepción positiva hacia la IA y su impacto en el aprendizaje, subrayando la necesidad de abordar limitaciones y garantizar un acceso equitativo. El presente trabajo muestra los resultados del caso de estudio aplicado en el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP) aportando un referente para las instituciones de nivel superior que atraviesan esta etapa de adaptación y asimilación de las tecnológicas en el proceso enseñanza aprendizaje de los ingenieros del País.

ABSTRACT

The article examines the influence of artificial intelligence (AI) in higher education, emphasizing its ability to personalize learning, automate tasks, and develop technological skills. While its global adoption shows significant benefits, in Mexico, it faces challenges such as insufficient teacher training and economic barriers. Through surveys and literature review, a positive perception of AI's impact on learning is identified, highlighting the need to address limitations and ensure equitable access. This paper shows the results of the case study applied at the Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP), providing a reference for University education that are going through this stage of adaptation and assimilation of technology in the teaching-learning process of engineers in our country.

ANTECEDENTES

Definición de IA para ambientes educativos.

La inteligencia artificial (IA) se define como la capacidad de sistemas computacionales para realizar tareas que normalmente requerirían inteligencia humana, como el razonamiento, el aprendizaje, la percepción sensorial y la toma de decisiones (Guzmán & Sánchez, 2020). En el contexto educativo, la IA incluye herramientas y aplicaciones que apoyan y potencian los procesos de enseñanza-aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de los estudiantes y facilitando la labor docente.

En palabras de Ramos y López (2021), la IA en educación implica el desarrollo de sistemas tecnológicos que son capaces de interpretar grandes volúmenes de datos para personalizar

[1] Profesor Tiempo Completo Asociado A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. daniel.ot@puertopenasco.tecnm.mx
[2] Profesora de Tiempo Completo Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. diana.lc@puertopenasco.tecnm.mx
[3] Profesora de Tiempo Completo Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. gilda.tp@puertopenasco.tecnm.mx
[4] Profesor de Asignatura B. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. jose.gp@puertopenasco.tecnm.mx

las experiencias educativas, predecir el rendimiento académico y ofrecer retroalimentación en tiempo real. Esto permite transformar la manera en que los estudiantes adquieren conocimientos y desarrollan competencias.

Contexto global y nacional sobre el uso de IA en educación superior.

En la era digital actual, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta transformadora en diversos campos, incluida la educación superior. Su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos y aprender de ellos ha abierto nuevas posibilidades para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. En particular, en las carreras de ingeniería, la IA ofrece oportunidades únicas para personalizar la educación, optimizar el rendimiento académico y preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos tecnológicos del futuro (García & Alvarado, 2021).

La integración de la IA en la educación superior ha permitido el desarrollo de sistemas de tutoría inteligente, análisis de datos educativos y herramientas de aprendizaje adaptativo, que han demostrado mejoras significativas en la comprensión y retención de conocimientos por parte de los estudiantes (Fernández, 2023). Además, la IA facilita la creación de materiales educativos personalizados y la automatización de tareas administrativas, lo que permite a los docentes centrarse en aspectos más creativos y estratégicos de la enseñanza (Ayala, Manríquez, & Acevedo, 2024).

El uso de la IA en la educación no está exento de desafíos, entre ellos se encuentran la necesidad de una formación adecuada para los docentes, la gestión de la privacidad y seguridad de los datos, y la superación de barreras tecnológicas y económicas que pueden limitar el acceso a estas herramientas (Liu et al., 2023). Sin embargo, los beneficios potenciales superan estos retos, especialmente cuando se considera el impacto positivo en la personalización del aprendizaje y la mejora del rendimiento (Parra-Sánchez, 2022).

En México, la adopción de tecnologías de la industria 4.0, incluyendo la IA, ha sido lenta debido a la falta de cultura y formación educativa en estos temas (Cárdenas, 2020). No obstante, existen iniciativas y plataformas educativas que buscan superar estas barreras y facilitar la inmersión de los estudiantes en tecnologías avanzadas (Portella, 2018). Estas plataformas permiten a los estudiantes acceder a herramientas de IA y otras tecnologías de vanguardia, incluso con recursos limitados, promoviendo así una educación más inclusiva y equitativa (Esparza Posadas et al., 2025).

La internacionalización y la competencia global también juegan un papel crucial en la educación de ingeniería. Preparar a los estudiantes para un entorno cada vez más internacionalizado implica no solo el dominio de competencias técnicas, sino también habilidades interculturales y de comunicación. La colaboración con instituciones internacionales y la participación en proyectos de investigación globales son estrategias efectivas para lograr este objetivo (García León et al., 2014).

Percepción general del uso de IA en ambientes educativos.

El presente análisis tiene por objetivo principal reconocer el nivel de inserción que la IA está teniendo en los ámbitos educativos actuales, sobre todo con el mayor interés del caso del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP), proponiendo evaluar tanto a los

estudiantes como a los docentes. Esta investigación es justificable gracias a la tendencia actual de promover el uso de las aplicaciones de inteligencia y a su fácil adaptación en diferentes contextos y como institución educativa es prioritario estar a la vanguardia en estos temas, mucho más considerando al programa educativo (PE) de Ingeniería en sistemas computacionales (ISC).

El uso de la IA en la educación tiene gran relevancia en los siguientes puntos:
1. Personalización del Aprendizaje: La IA adapta contenidos y estrategias según las necesidades individuales de los estudiantes, considerando su contexto, habilidades y competencias digitales. Permite ajustar niveles de dificultad y formatos de enseñanza, ofreciendo un apoyo más preciso a docentes y alumnos.
2. Eficiencia en Tareas Administrativas: Automatiza procesos como calificaciones, programación de clases e informes, reduciendo la carga burocrática de los docentes. Esto les permite enfocarse en la enseñanza, mejorando la calidad educativa y su bienestar (Asociación Mexicana de Psicoterapia y Educación, 2023).
3. Acceso a Recursos Educativos: Facilita el acceso a tutoriales, simulaciones y materiales de alta calidad, permitiendo un aprendizaje más flexible e inclusivo, sin importar la ubicación o condición económica de los estudiantes.
4. Desarrollo de Habilidades Tecnológicas: Fomenta la alfabetización digital al familiarizar a los estudiantes con herramientas avanzadas, preparándolos mejor para el mercado laboral y los desafíos de un mundo digitalizado.

Uso más frecuente de las aplicaciones de IA por estudiantes de educación superior
Como ya se abordó, el impacto de la inteligencia artificial ha propiciado un cambio en algunos sectores, entre ellos la parte educativa. La inteligencia artificial está revolucionando el sector educativo al hacer que la enseñanza sea más eficiente, accesible y adaptada a las necesidades del siglo XXI. La IA no solo mejora la experiencia de aprendizaje, sino que también prepara a los estudiantes para un futuro en el que las competencias digitales serán cada vez más importantes.

Un estudio realizado por Baca Castro et al. (2024) en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) reveló que el 61.8% de los estudiantes encuestados se considera con poca experiencia en el uso de herramientas de IA, mientras que el 38.2% se siente con suficiente experiencia. Este estudio involucró a 275 estudiantes de diversas áreas del conocimiento, incluyendo ingeniería y tecnología, humanidades, económico-administrativo y ciencias de la salud.

Por otro lado, Según un artículo de El Economista publicado en mayo de 2024, solo el 23% de las escuelas mexicanas utilizan activamente herramientas de inteligencia artificial (IA), siendo ChatGPT la más empleada. Sin embargo, su uso se limita principalmente a funciones administrativas y operativas, en lugar de aplicarse en la mejora educativa.

Como menciona Hernández (2023) la extensión y complejidad del temario, infraestructura de equipamiento y de laboratorio de prácticas limitada, genera la necesidad de establecer un balance teórico – práctico del curso.

METODOLOGÍA

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, descriptivo y correlacional, orientado a analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje universitario, tomando como caso de estudio el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP). La investigación se fundamenta en la aplicación de encuestas y la revisión documental, con el objetivo de comprender la adopción, percepción, y desafíos asociados al uso de herramientas de IA tanto por estudiantes como por docentes.

1. Diseño de la Investigación. El estudio se diseñó con un enfoque cuantitativo para obtener datos numéricos que permitan identificar patrones en el uso y la percepción de las herramientas de IA. Se adopta un enfoque descriptivo para detallar las características y situaciones actuales, y un enfoque correlacional para explorar posibles relaciones entre variables como la frecuencia de uso de IA y la percepción de su utilidad en el proceso educativo.

2. Población y Muestra. La población del estudio está compuesta por los estudiantes y docentes del ITSPP.

- Estudiantes: Se consideraron participantes de los tres programas de ingeniería (Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Industrial e Ingeniería Civil).
- Docentes: Se incluyó al personal académico que participa en el proceso de enseñanza en la institución.

Se utilizó un muestreo estratificado de docentes y estudiantes para garantizar la representación de las distintas carreras y niveles de experiencia en el uso de tecnologías.

3. Instrumento de Recolección de Datos. La principal herramienta de recolección de datos fue una encuesta estructurada, diseñada específicamente para evaluar:

- Sección 1: Características de Uso de Herramientas de IA: Se indagó sobre la frecuencia de uso de aplicaciones de IA (por ejemplo, chatbots, asistentes virtuales, análisis de datos educativos) mediante preguntas de opción múltiple.
- Sección 2: Percepción de la Utilidad de la IA: Se evaluó la utilidad percibida de estas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando escalas de valoración (por ejemplo, "muy útil", "útil").
- Sección 3: Desafíos y Barreras: Se incluyeron preguntas tanto cerradas como abiertas para identificar las principales dificultades en el uso de IA, tales como problemas en la capacitación, barreras técnicas y preocupaciones en torno a la privacidad de datos.
- Sección 4: Perspectivas Futuras y Relevancia en la Educación: Se exploraron las expectativas sobre la evolución del uso de la IA en la educación superior y la importancia de adquirir competencias en esta área para el futuro profesional.

La encuesta se implementó a través de una plataforma en línea MS-FORMS, lo que facilitó la distribución y el acceso a la misma.

1. Procedimiento. El proceso de recolección de datos se estructuró en las siguientes etapas:

a) Preparación e Información

- **Comunicación a la comunidad académica:** Se envió un comunicado oficial a través del correo electrónico institucional y se publicaron anuncios en las redes sociales y

tablones de la institución, explicando el propósito de la investigación y la importancia de la participación.

- **Consentimiento informado:** Antes de acceder a la encuesta, los participantes debían leer una declaración de consentimiento que explicaba la confidencialidad y el uso exclusivo de los datos para fines de investigación, asegurando el anonimato de la información.

b) **Aplicación de la Encuesta**

- **Modalidad en línea:** La encuesta se distribuyó digitalmente, lo que permitió a los participantes completarla en el horario que les resultara más conveniente durante el período de [número de días, por ejemplo, dos semanas].
- **Sesión informativa:** Se ofreció una breve sesión informativa (a través de un webinar o reunión presencial) para explicar el proceso de la encuesta, resolver dudas sobre las preguntas y aclarar el uso de las herramientas de IA.

c) Recolección y Almacenamiento de Datos

- **Plataforma digital:** Los datos se almacenaron de forma segura en la plataforma utilizada para la encuesta, la cual garantiza la protección de la información y el acceso restringido solo al equipo de investigación.
- **Control de calidad:** Se realizó un control preliminar de los datos para detectar respuestas incompletas o inconsistentes, descartando aquellas que no cumplían con los criterios establecidos.

2. Análisis de los Datos. Una vez concluida la fase de recolección, los datos fueron descargados y procesados utilizando el software [nombre del software, por ejemplo, SPSS o Excel]. El análisis se realizó en dos etapas:

a) Análisis Cuantitativo: Se calcularon estadísticas descriptivas (frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar) para las respuestas de las preguntas cerradas. Además, se aplicaron pruebas de correlación y análisis comparativos para identificar relaciones significativas entre el uso de IA y variables como la percepción de utilidad o la frecuencia de uso, diferenciando entre estudiantes y docentes.

b) Análisis Cualitativo: Las respuestas a las preguntas abiertas se sometieron a un análisis de contenido, identificando categorías y temas recurrentes relacionados con los desafíos, barreras y expectativas sobre la IA en el entorno educativo.

RESULTADOS

La encuesta sobre el uso de aplicaciones de IA en el ámbito académico revela una adopción generalizada y una percepción positiva hacia estas herramientas. La mayoría de los estudiantes (96.88%) han utilizado herramientas de IA en sus estudios, lo que indica una integración efectiva de estas tecnologías en el proceso educativo (Ver Figura 1). La frecuencia de uso es alta, con el 54.84% de los estudiantes utilizándolas de manera frecuente, el 16.13% de manera muy frecuente y el 29.03% de manera poco frecuente (Ver Figura 2). Esto sugiere que las herramientas de IA están cumpliendo con las expectativas y necesidades de los estudiantes.

Figura 1. *Uso de herramientas de IA por estudiantes.*

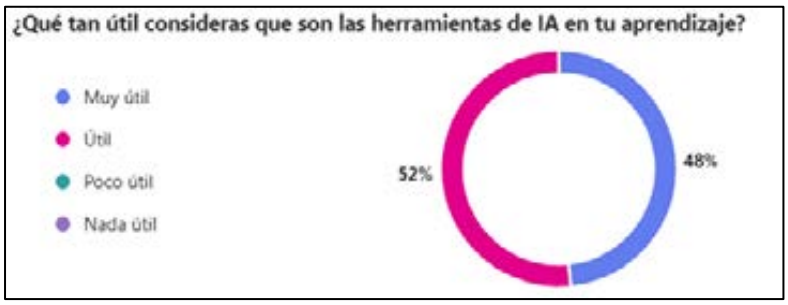
Figura 2. *Frecuencia de uso de herramientas IA por estudiantes.*

Estos gráficos sugieren que la inteligencia artificial se ha integrado de manera efectiva en el proceso educativo, transformándose en un recurso clave para los estudiantes. Esto implica que estas tecnologías están cumpliendo con las expectativas al facilitar el aprendizaje, mejorar la comprensión de conceptos complejos y apoyar en tareas como la investigación, la redacción y el análisis de datos.

Además, el uso generalizado de la IA sugiere que los estudiantes no solo la perciben como útil, sino que también están desarrollando competencias tecnológicas esenciales para su futuro profesional. Sin embargo, esta situación plantea desafíos importantes, como la necesidad de capacitar a los docentes en el uso de estas herramientas para que puedan guiar mejor a los estudiantes, así como asegurar un acceso equitativo a las tecnologías, reduciendo las limitaciones económicas y técnicas que podrían obstaculizar su adopción.

La utilidad percibida de las herramientas de IA es alta, con el 48.39% de los estudiantes considerándolas muy útiles y el 51.61% considerándolas útiles. Los beneficios más destacados incluyen la mejora en la comprensión de los temas, el ahorro de tiempo, la personalización del aprendizaje y la mejora en el rendimiento académico. Estos beneficios sugieren que las herramientas de IA están ayudando a los estudiantes a aprender de manera más eficiente y efectiva, adaptándose a sus necesidades individuales (Ver Figura 3).

Figura 3. *Uso de herramientas de IA por estudiantes.*



Sin embargo, también se identifican desafíos importantes. La dificultad para entender cómo usar las herramientas y las preocupaciones sobre la privacidad de los datos son los desafíos más mencionados. Esto indica que, aunque las herramientas de IA son beneficiosas, todavía hay barreras que deben ser superadas para maximizar su potencial. La falta de acceso a tecnología adecuada también es un desafío significativo, lo que sugiere que hay una necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica para garantizar que todos los estudiantes puedan beneficiarse de estas herramientas.

Observando el grafico en la Figura 4 podemos inferir que la percepción a futuro es optimista, con el 90.63% de los estudiantes creyendo que el uso de IA en la educación superior aumentará. Los estudiantes desean ver aplicaciones más avanzadas y personalizadas, como la asistencia personalizada en tiempo real, evaluaciones automáticas y retroalimentación, y la creación de contenidos educativos personalizados. Esto refleja una demanda de herramientas que puedan ofrecer una experiencia de aprendizaje más adaptada y eficiente.

Las preocupaciones sobre el uso futuro de la IA incluyen la dependencia excesiva de la tecnología, la desigualdad en el acceso a la tecnología y el impacto en la privacidad y seguridad de los datos. Estas preocupaciones sugieren que, aunque los estudiantes ven el potencial de la IA, también reconocen los riesgos asociados y la necesidad de abordarlos.

La mayoría de los estudiantes (78.13%) consideran importante aprender a utilizar herramientas de IA desde los ambientes educativos, lo que indica una percepción de que estas habilidades serán cruciales para el éxito profesional en el futuro (ver Figura 5). Muchos creen que el uso de IA afectará la forma en que se desempeñen profesionalmente, viéndola como una herramienta que podrían seguir utilizando como profesionistas. Esto sugiere que la educación en IA es vista como una habilidad esencial para el desarrollo profesional y que los estudiantes están interesados en adquirir competencias en esta área.

Figura 4. *Percepción a futuro del uso de IA por estudiantes.*

Figura 5. *Importancia de aprender a usar IA por estudiantes.*

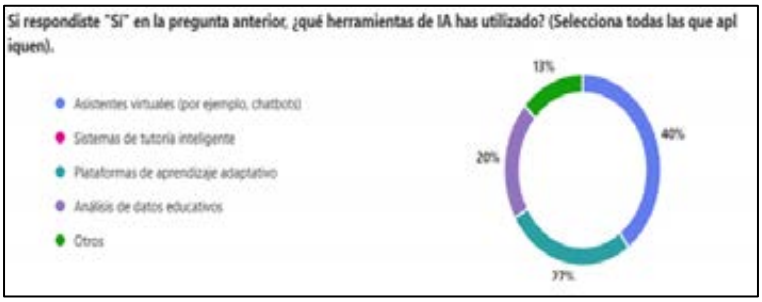
La encuesta sobre la percepción del uso de Inteligencia Artificial (IA) en la educación superior para docentes revela varios aspectos importantes sobre la adopción y el impacto de estas tecnologías en el ámbito educativo. Observando la gráfica en la Figura 6, el 75% de los docentes han utilizado herramientas de IA en sus actividades docentes, mientras que el 25% no las han utilizado. Esto indica que la utilización de IA por parte de los docentes puede estar impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia y la efectividad en la enseñanza, así como por la curiosidad y el interés en explorar nuevas tecnologías.

Figura 6. *Uso de herramientas de IA por docentes.*

Analizando las respuestas plasmadas en la Figura 7, las herramientas de IA se utilizan en diversas actividades docentes. El 66.67% de los docentes utilizan IA para la preparación de materiales didácticos, el 33.33% para la personalización del aprendizaje y el 16.67% para la

evaluación y retroalimentación de tareas. La personalización del aprendizaje y la evaluación y retroalimentación de tareas también son áreas importantes donde la IA puede ofrecer beneficios significativos, ayudando a los docentes a adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes y a proporcionar retroalimentación más rápida y precisa.

Figura 7. *Uso de herramientas de IA por docentes.*



El 66.67% de los docentes promueven el uso de herramientas de IA entre sus estudiantes, mientras que el 33.33% no lo hacen (ver Figura 8). Esto indica que una mayoría de los docentes está incentivando a sus estudiantes a utilizar herramientas de IA. Además, el uso de IA puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades importantes, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la alfabetización digital.

Figura 8. *Promoción de uso de IA de los docentes a los estudiantes.*

Según Jiménez (2024) en su investigación sobre el impacto en México de la IA en la educación las estadísticas más recientes muestran que sólo el 23% de las escuelas mexicanas han incorporado herramientas de Inteligencia Artificial en sus prácticas educativas, siendo ChatGPT la más utilizada. Sin embargo, una mirada más cercana revela una brecha significativa: si bien las herramientas de IA se utilizan en las operaciones escolares, se emplean principalmente para funciones administrativas y operativas más que para la mejora educativa.

CONCLUSIONES

Los resultados de la encuesta dirigida a los docentes muestran una percepción positiva hacia el uso de aplicaciones de IA en el proceso enseñanza aprendizaje, destacando sus beneficios y el rendimiento académico. Sin embargo, también se identifican desafíos y preocupaciones que deben ser abordados para maximizar su potencial en el futuro. La expectativa hacia el futuro es optimista, con una demanda de aplicaciones más avanzadas y personalizadas, y una fuerte importancia atribuida a la educación en IA para el desarrollo profesional.

Los resultados de los instrumentos aplicados muestran una adopción significativa y una percepción positiva hacia el uso de aplicaciones de IA en la educación superior para docentes. La mayoría de los docentes utilizan herramientas de IA en sus actividades, como son: la preparación de materiales didácticos, la personalización del aprendizaje, la evaluación y retroalimentación de tareas. Además, los docentes promueven el uso de IA entre sus estudiantes y tienen una percepción optimista sobre su futuro en la educación superior. No obstante, es importante abordar los desafíos relacionados con la comprensión de las herramientas y el acceso a tecnología adecuada para maximizar su potencial.

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta transformadora en la educación universitaria, facilitando la personalización del aprendizaje, optimizando tareas administrativas y promoviendo el desarrollo de competencias tecnológicas esenciales para el futuro profesional de los estudiantes. Los resultados reflejan una percepción positiva hacia la IA entre estudiantes y docentes, quienes consideran que estas tecnologías mejoran el rendimiento académico, ahorran tiempo y hacen el aprendizaje más accesible y efectivo. Por otra parte, aún persisten barreras significativas que limitan su implementación, como la falta de formación docente, la desigualdad en el acceso a la tecnología y las preocupaciones relacionadas con la privacidad de los datos. Estos desafíos deben abordarse para maximizar el impacto positivo en la educación y garantizar su uso de manera equitativa y ética.

A pesar de estos retos, existe una perspectiva optimista respecto al futuro de la IA en la educación universitaria. En el contexto mexicano, aunque la adopción de la IA enfrenta limitaciones culturales y económicas, las iniciativas actuales, como la oferta de programas especializados en instituciones como el Tecnológico Nacional de México (TecNM), resaltan su importancia para fortalecer la preparación académica y profesional en un entorno globalizado (TecNM, 2021). En conclusión, la IA representa una oportunidad única para transformar la educación universitaria, siempre que se enfrenten los desafíos identificados y se promueva un equilibrio entre el uso de la tecnología y el desarrollo de habilidades humanas.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Mexicana de Psicoterapia y Educación. (2023). *Sobrecarga de tareas administrativas en docentes*. Recuperado de https://www.ampe.org.mx/sobrecarga-tareas-administrativas

Ayala, M., Manríquez, S., & Acevedo, A. (2024). *Introducción a la inteligencia artificial para profesores*. Editorial Instituto Tecnológico de La Paz.

Baca Castro, M. G., Morales Cervantes, J. J. E., González Tirado, B. D., & Olachea Parra, L. F. (2024). Uso de las herramientas de inteligencia artificial por estudiantes universitarios dentro del proceso de enseñanza aprendizaje. *Transformar, 5*(4), 5–16. https://revistatransformar.cl/index.php/transformar/article/view/145

Cárdenas, F. (2020). Higher education planning policy on México and industry 4.0: 2013-2024. *Política, Globalidad y Ciudadanía*, 6(12), 49. https://doi.org/10.29105/pgc6.123

El Economista. (2024, 23 de mayo). Aumenta el interés por inteligencia artificial, pero su uso aún es bajo en el sector educativo. *El Economista*. https://www.eleconomista.com.mx/los-especiales/Aumenta-el-interes-por-Inteligencia-Artificial-pero-su-uso-aun-es-bajo-en-el-sector-educativo-20240523-0129.html

Esparza Posadas, M. F., Ramírez Lazos, E., Ávila Esquivel, N., & Zamora Díaz, A. (2025). Plataformas educativas para tecnologías de la industria 4.0: Superando las barreras de entrada en México. *Revista ANFEI Digital, 16*(1). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/919

Fernández, M. (2023). *La inteligencia artificial en educación: Hacia un futuro de aprendizaje inteligente*. Editorial Escriba.

García, C., & Alvarado, M. (2021). *Álgebra lineal por competencias*. Grupo Editorial Patria.

García León, J. R., Rodríguez Campos, J. C., & Durán Belman, I. (2014). La educación de ingeniería basada en investigación orientada a la internacionalización. *Revista ANFEI Digital, (6)*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/21

Guzmán, F., & Sánchez, M. (2020). La inteligencia artificial como herramienta pedagógica en la educación superior. *Revista Educación y Tecnología, 15*(3), 45–59.

Hernández, C. (2023). Actividades de enseñanza-aprendizaje para la materia de arquitectura de computadoras. *Revista ANFEI Digital, (8)*. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/889

Jiménez, E. (2024). *El impacto en México de la Inteligencia Artificial en la educación*. Pasero Abogados. Recuperado de https://www.paseroabogados.com/ia-educacion-mexico/?utm_source=chatgpt.com

Liu, B., Morales, D., Roser, J., Sabzalieva, E., Valentini, A., Vieira, D., & Yerovi, C. (2023). *Oportunidades y desafíos de la era de la inteligencia artificial para la educación superior: Una introducción para los actores de la educación superior*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386670_spa

Portella, A. (2018, 18 de septiembre). Industria 4.0, una revolución que se retrasa en México. *Forbes México*. https://www.forbes.com.mx/industria-4-0-una-revolucion-que-se-retrasa-en-mexico/

Ramos, J., & López, D. (2021). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la enseñanza: Un enfoque desde América Latina. *Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa, 8*(1), 25–34.

TecNM. (2021). *Avances tecnológicos y su integración en la educación superior. Tecnológico Nacional de México*. Recuperado de https://www.tecnm.mx.

EXPERIENCIAS INNOVADORAS QUE TRANSFORMAN Y VINCULAN EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE, INDUSTRIA Y SECTOR SOCIAL

INNOVATIVE EXPERIENCES THAT TRANSFORM AND LINK THE TEACHING-LEARNING PROCESS, INDUSTRY AND THE SOCIAL SECTOR

D. E. López Chacón[1]
D. A. Osuna Talamantes[2]
J. M. Gerónimo Pérez[3]
G. E. Tiznado Parra[4]

RESUMEN

El proceso enseñanza aprendizaje actualmente sufre cambios acelerados en sus modelos y metodologías, con enfoques que buscan día a día fortalecer la parte cognitiva a través de la vinculación con el sector productivo, implementando proyectos o generando propuestas con impacto social y formando ingenieros preparados para los retos transformacionales del País. Este trabajo es producto del cuerpo académico: "Gestión Educativa e Innovación Tecnológica" del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco, y está centrado en presentar casos de éxito de la relación Institución, industria y sector social. Se aplicó una metodología cualitativa y cuantitativa a través del análisis de casos, de investigación documental y de campo. Obteniendo entre los resultados más impactantes la identificación de las metodologías idóneas, así como el papel fundamental que juega la tecnología, sin dejar a un lado el primordial aspecto social.

ABSTRACT

The teaching-learning process is currently undergoing accelerated changes in its models and methodologies, with approaches that seek day by day to strengthen the cognitive part through the link with the productive sector, implementing projects or generating proposals with social impact and forming engineers prepared for the transformational challenges of our country. This work is a product of the academic group: "Educational Management and Technological Innovation" of the Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco, and is focused on presenting successful cases of the relationship between the Institution, industry and the social sector. A qualitative and quantitative methodology was applied through case analysis, documentary and field research. Among the most striking results obtained was the identification of suitable methodologies, as well as the fundamental role of technology, without leaving aside the primordial social aspect.

ANTECEDENTES

En la actualidad es de suma importancia el mantener una constante vinculación entre la academia, la industria y la sociedad para poder generar proyectos que infieran positivamente en solventar las necesidades de estos tres sectores, sobre todo en estos tiempos en donde tanto los medios laborales como la propia sociedad son dinámicos, por ello se requiere una colaboración activa.

[1] Profesor de Tiempo Completo Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. diana.lc@puertopenasco.tecnm.mx
[2] Profesor Tiempo Completo Asociado A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. daniel.ot@puertopenasco.tecnm.mx
[3] Profesor de Asignatura B. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. jose.gp@puertopenasco.tecnm.mx
[4] Profesor de Tiempo Completo Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. gilda.tp@puertopenasco.tecnm.mx

Esta investigación está basada en el caso de estudio del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP) y tiene como objetivo el indagar cómo diseñar estrategias innovadoras para posteriormente implementarlas en proyectos o propuestas basadas en la vinculación de las instituciones de nivel superior, la industria y la sociedad. Por otra parte, se consideran los siguientes objetivos específicos:

- Explorar las oportunidades y necesidades de colaboración entre las instituciones de educación superior, la industria y el sector social, para establecer estrategias de mediación.
- Identificar las fortalezas de las instituciones de nivel superior en cuanto a su capital intelectual: habilidades, aptitudes y competencias para aportarlas en los proyectos y propuestas.
- Reconocer las necesidades del sector productivo y social para la colaboración entre los tres sectores.

Preguntas de investigación:

- ¿Qué necesidades se identifican como prioritarias para la vinculación entre las instituciones de educación superior, la industria y el sector social?
- ¿Qué estrategias innovadoras surgen para la colaboración entre los tres sectores de la investigación?
- ¿Cuáles son los principales elementos que intervienen para la definición de estrategias para este tipo de vinculación?

En los últimos años ha crecido el número de proyectos gestados en el ITSPP en conjunto con las empresas y la sociedad, sin embargo, hace falta la formalización y registro de los casos de éxito para poder establecer y dejar asentadas las estrategias diseñadas para que futuras generaciones o bien otras instituciones puedan consultarlas y replicarlas. Es por esto, que se justifica la presente propuesta, ya que brindará un precedente documentado sobre el histórico de los mismos, así como el detalle y descripción de las estrategias implementadas.

Por otro lado, se hace notar la importancia de la intervención de los estudiantes del área de ingeniería, desde su formación hasta su inclusión en el sector productivo en este tipo de proyectos, ya que les permite participar de manera activa en problemas o situaciones reales, dejando a un lado la simulación o ejemplificación de problemas o circunstancias, lo que hace que vayan formando un criterio y experiencia profesional más sólida antes de egresar de sus estudios, además de acercarlos al mercado de trabajo y los retos que estos conllevan.

Entre las limitaciones encontradas se puede establecer principalmente que el alcance de esta investigación está centrado en los casos de éxito del ITSPP, no obstante, los contextos pueden servir de referente general para otras instituciones de la localidad, de la región o a nivel nacional. Es decir, se deben considerar las características del entorno donde se considere replicar.

Correa et al (2019) en su investigación comentan que las facultades de ingeniería promueven acciones de manera paralela a la formación académica para la rápida y eficaz inserción de su estudiantado egresado al mercado laboral, entre ellas ocupan un lugar destacado las actividades donde se implican directamente estudiantes.

Reforzando este estudio, es necesario mantener una constante actualización de los programas educativos de ingeniería, a la par de fortalecer los procesos de vinculación con los que cuentan las instituciones, esto debido no solo a las necesidades del sector productivo sino también al creciente desarrollo tecnológico, pero sobre todo considerar la responsabilidad social en los planes y programas de estudio para reforzar las carreras ya existentes o bien, diseñar especialidades que cubran esas perspectivas que se esperan de los egresados.

De acuerdo con Caudillo (2024) una educación integral no solo se centra en impartir conocimientos técnicos, sino que, también, busca cultivar aspectos como la felicidad, la salud física y mental de los estudiantes. El florecimiento humano se convierte así en un objetivo clave de la educación del siglo XXI, donde se promueve una visión holística del desarrollo personal y profesional. La preparación del estudiante para la vida se vuelve igualmente crucial, proporcionándole las herramientas y habilidades necesarias para enfrentar los desafíos cotidianos con resiliencia y confianza, y contribuyendo así a una sociedad más próspera y equilibrada.

Definición de términos

Proceso enseñanza aprendizaje

Según Bravo y Cáceres (2006), "los objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje constituyen los fines o resultados, previamente concebidos como un proyecto abierto y flexible, que guían las actividades de profesores y estudiantes para alcanzar las transformaciones necesarias en estos últimos. Como expresión del encargo social que se plantea a la escuela reflejan el carácter social del proceso de enseñanza, sirviendo así de vínculo entre la sociedad y la escuela".

Innovación

Cilleruelo et al (2018) en su compendio de conceptos de innovación definieron que "la invención como la tangibilización de conocimientos científico-tecnológicos generados o adquiridos por una empresa, mientras que la innovación contempla, además, las fases de industrialización y comercialización".

Si se busca especificar sobre la innovación tecnológica podemos identificar que este concepto se refiere más a una combinación de varias tecnologías para generar nuevos productos o procesos.

Industria

La Industria se define como: "Suma o conjunto de las industrias de un mismo o de varios géneros, de todo un país o de parte de él". (Real Academia Española, 2021)

Sector social

De acuerdo con el concepto expuesto en el blog llamado "¿cuál es la importancia del sector social?", El sector social es vital para crear una sociedad justa, equitativa e inclusiva. Aborda las desigualdades sociales, proporciona servicios esenciales, apoya a las poblaciones vulnerables, aboga por la justicia social y contribuye al desarrollo comunitario. De este modo, el sector social mejora el bienestar de las personas y las comunidades, promueve la cohesión social y fomenta una sociedad más resiliente y compasiva, (Red de alojamiento comunitario, 2024).

En la investigación se describirán proyectos que han sido un referente como experiencias innovadoras que han transformado el proceso enseñanza aprendizaje, la vinculación con el sector productivo y la sociedad dentro del ITSPP, además han trascendido sin quedar solo en proyectos intramuros (ver Figura 1)

Figura 1. *Entrega de proyecto de desarrollo comunitario ITSPP-Secundaria #20.*

METODOLOGÍA

El presente estudio adoptó un enfoque de metodología cualitativo para investigar cuales son las oportunidades y necesidades de colaboración entre las instituciones de educación superior, la industria y el sector social, para de esta manera diseñar e implementar las estrategias necesarias para solventarlas, para ello es determinante analizar las fortalezas de las instituciones de nivel superior en cuanto a su capital intelectual: habilidades, aptitudes y competencias para aportarlas en los proyectos y propuestas.

A continuación, se presenta un esquema de la estructura metodológica empleada para realizar este proyecto (ver la Figura 2).

Figura 2. *Fases de la Investigación.*

Una peculiaridad del proceso cualitativo consiste en que la muestra, la recolección y el análisis son fases que se realizan prácticamente de manera simultánea y van influyéndose

entre sí. La ruta cualitativa resulta conveniente para comprender fenómenos desde la perspectiva de quienes los viven y cuando buscamos patrones y diferencias en estas experiencias y su significado (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

A continuación, se describe detalladamente el proceso metodológico aplicado:

- Diseño del instrumento: Se desarrolló un cuestionario dirigido a las empresas locales y regionales para recopilar información sobre sus necesidades y experiencias relacionadas con las propuestas que los estudiantes o egresados de la institución pueden aportar. Este instrumentó incluyó temas como: los modelos de servicios informáticos o de sistemas computacionales que utilizan las empresas, identificar cuáles son las áreas de especialización que las instituciones requieren de los estudiantes o egresados del ITSPP, habilidades profesionales y blandas que los ingenieros deben dominar para ser contratado o ser considerado para participar en proyectos dentro de la organización, se analizó cuál es la perspectiva que se tiene del Tecnológico por parte de las empresas, así como la pertinencia que tienen los programas de ingeniería con las necesidades del sector productivo.
- Para analizar la aportación al sector social se determinó contemplar a quienes se les han realizado servicios o proyectos tecnológicos o de automatización para saber el grado de satisfacción sobre las propuestas realizadas e implementadas con impacto y responsabilidad social.
- Finalmente, para realizar el estudio por parte de la institución se diseñó un instrumento para estudiantes y egresados (seguimiento de egresados) del programa de ingeniería en sistemas computacionales para identificar que habilidades, aptitudes y competencias son requeridas e identificadas como de apoyo para desarrollar los proyectos o propuestas en las que han participado directamente y si han sido de impacto en su incorporación en el sector laboral.
- Selección de la muestra: La población objetivo se seleccionó utilizando la base de datos oficial de la Cámara Nacional de Comercio (CANACO) de Puerto Peñasco. Se enfocó en empresas de diversos sectores para garantizar la representatividad de la muestra, enfocándose en las empresas a quienes se les ha brindado servicios tecnológicos por parte del ITSPP. En cuanto a seguimiento de estudiantes se tomaron en cuenta las tres últimas generaciones que han participado en proyectos o servicios y para los egresados se consideraron a los últimos 3 cohortes generacionales de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales.
- Obtención de datos: Se aplicaron encuestas diseñadas en formularios de Google y de manera física a una muestra representativa de 70 empresas en la localidad. Estas encuestas se realizaron tanto de manera presencial como en línea para obtener una amplia variedad de respuestas.
- Análisis de datos: Una vez recopilados los datos, se examinaron de manera sistemática. Se utilizó un enfoque descriptivo para identificar patrones y tendencias en las respuestas de las empresas encuestadas.
- Interpretación de resultados: Para la interpretación de los datos se consideraron las preguntas directas y las abiertas para incluir las opiniones y comentarios que expresaron tanto en las empresas, sector social, estudiantes y egresados. Identificándose las necesidades de las instituciones, las fortalezas y áreas de oportunidad de los estudiantes y egresados.

A través de esta metodología se obtuvieron datos precisos sobre las necesidades del sector productivo, se determinaron las habilidades, aptitudes y competencias de los estudiantes que participan en las propuestas de proyectos que son parte de esas experiencias innovadoras que transforman el proceso enseñanza aprendizaje, realizando un cruce entre los requerimientos de la industria, la sociedad y la aportación de las instituciones de educación superior (Ver Figura 3).

Figura 3. *Aplicación de instrumento de recopilación de información en empresas.*

Si bien se ha identificado la importancia de fortalecer la vinculación entre las instituciones académicas, la industria y la sociedad, es también relevante estar conscientes de que se presentan retos como lo mencionan Téllez y Blanco (2018) "la vinculación universidad-industria se considera como una de las funciones universitarias más relevantes, en donde una universidad forma parte de la cadena de valor en la generación de conocimiento y de propuestas innovadoras rentables. Sin embargo, existe una gran variedad de barreras para la realización de actividades de vinculación, tales como las generadas por estrategias inadecuadas, la desconfianza, la falta de compromiso y principalmente por el desconocimiento".

RESULTADOS

Después de realizar la interpretación de los instrumentos y técnicas de recolección de datos se obtuvieron los siguientes resultados, para lo cual se mostrará una muestra representativa de los indicadores más sobresalientes de cada instrumento aplicado.

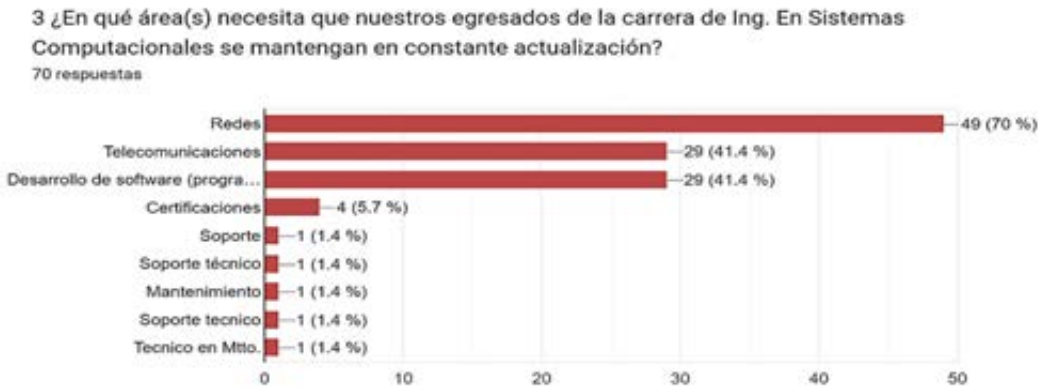
Del cuestionario aplicado a 70 empresas de la localidad y región. De la primera sección se registraron los datos generales de las organizaciones participantes identificándose: el nombre de la empresa, puesto de quien contestó la encuesta, giro y tamaño. Así como información de interés para la academia como la pertinencia del programa de Ingeniería en sistemas computacionales y percepción del ITSPP ante las empresas de la localidad y de la región.

Dentro del primer apartado que es los datos generales de la empresa, se puede determinar que de las empresas encuestadas el 62.9% corresponde al área de servicios, el 22.9% comercio y el restante se divide entre los demás tipos (Público, Farmacéutica, Seguros, Hotelería, Telecomunicaciones y Recaudación como se muestra gráficamente en la Figura 4.

Figura 4. *Empresas participantes en recolección de datos del proyecto.*

De las empresas encuestadas el 70% son de la ciudad de Puerto Peñasco, mientras que el resto son foráneas repartidas en un 17% a la ciudad de Caborca y en un 13% en la ciudad de Sonoyta, en el estado de Sonora. Otro de los indicadores sobresalientes del instrumento aplicado en las empresas es el de conocer ¿cuáles son las áreas en las que los egresados de la carrera de ingeniería en sistemas computacionales del ITSPP deben mantenerse en constante actualización, resultando principalmente especialización en los campos de redes, telecomunicaciones, desarrollo de software y certificaciones, como se refleja a continuación en la Figura 5.

Figura 5. *Áreas de actualización para egresados de la carrera ISC.*

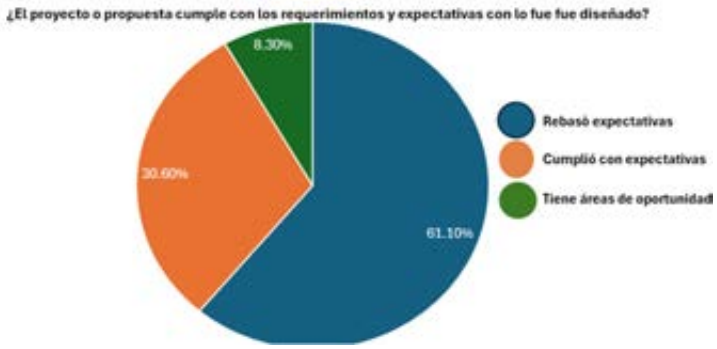


Dentro del análisis de datos del instrumento aplicado al sector social se diseñó un cuestionario para instituciones a quienes se les ha diseñado o implementado proyectos o propuestas de solución para medir el grado de satisfacción de estos. El primer indicador de dicho instrumento se asegura sobre si han recibido o no algún proyecto o propuesta de solución por parte de estudiantes del ITSPP y como se muestra en la Figura 6, el 100% de estas instituciones si han sido parte de esta colaboración.

Figura 6. *Sector social que recibió proyectos o propuestas por parte del ITSPP.*

En otro de los indicadores se permite conocer el grado de satisfacción del sector social de los proyectos o propuestas recibidas por el ITSPP, indicando que el 61.1% rebasó las expectativas de lo solicitado, el 30.6% cumplió con las expectativas y el 8.3% aún tienen áreas de oportunidad para solventar, como se muestra en la Figura 7.

Figura 7. *Indicador para medir grado de satisfacción de proyectos.*



En cuanto a estudiantes y egresados del programa de ingeniería en sistemas computacionales de los últimos tres cohortes generacionales se obtuvieron los siguientes resultados, buscando identificar si los estudiantes y egresados son conscientes e identifican el valor curricular que les proporciona su participación en el diseño e implementación de proyectos y propuestas para las empresas y sector social, se obtuvo como resultado que el 55% si lo considera altamente con valor curricular, el 30% medianamente, el 10% poco y un 5% no considera que le da un valor curricular, como se aprecia en la Figura 8.

Figura 8. *Indicador para medir grado de satisfacción de proyectos.*

Finalmente los estudiantes y egresados muestran estar totalmente de acuerdo de la manera positiva en que fueron aceptados sus proyectos o propuestas en las empresas, como se indica: 63% Totalmente de acuerdo, 33% De acuerdo, 4% Ni de acuerdo ni en desacuerdo y 0% en desacuerdo y 0% en total desacuerdo, por lo que se identifica el cumplimiento por parte de los estudiantes con la entrega y recepción de su trabajo académico a través de la vinculación con la industria y el sector social, ver Figura 9.

Figura 9. *Nivel de Aceptación de entrega de proyectos.*

Es importante mencionar que entre las estrategias innovadoras propuestas y de las que se han tenido resultados exitosos para lograr una eficiente vinculación entre institución, la industria y el sector social están, ver Figura 10:

- Proyectos integradores
- Investigaciones
- Desarrollo de software a la medida
- Servicios tecnológicos
- Proyectos comunitarios
- Diseño de cursos para la comunidad
- Concursos académicos relacionados a la ciencia y tecnología
- Eventos culturales.

Figura 10. *Curso a la comunidad de robótica educativa.*

Estos resultados ponen en evidencia que el diseñar e incluir experiencias transformadoras en el proceso enseñanza aprendizaje permite incrementar el desarrollo personal, profesional y social. Pero es importante reconocer los desafíos que se tienen como son la inversión en capacitación e inclusión tecnológica para el manejo y seguimiento de las estrategias innovadoras.

CONCLUSIONES

Esta investigación hace notar la relevancia de ser parte de la evolución en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la mano con las necesidades de la industria y la sociedad. Las estrategias innovadoras son fundamentales y se consideran de gran aporte como referencia para otras instituciones que buscan incursionar y estar a la vanguardia alineados con las demandas de la educación del siglo XXI. Además, como señalan Sosa Cordero y Pérez Flores (2015), la vinculación institucional con la industria es crucial para mejorar la formación académica de los ingenieros, permitiendo una mayor relación entre teoría y práctica en escenarios reales.

Por otra parte, es importante considerar que estos cambios van de la mano con los avances tecnológicos, pero incluyendo un enfoque con responsabilidad social. De esta manera, se pueden generar resultados que fortalezcan los perfiles de los estudiantes, así como la pertinencia de los programas educativos, contribuyendo en su formación y preparación para los retos actuales y futuros.

BIBLIOGRAFÍA

Bravo, G., & Cáceres, M. (2006). El proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva comunicativa. *Revista Iberoamericana de Educación, 38*(7), 1–7. https://doi.org/10.35362/rie3872607

Caudillo, M. (2024). Experiencia de aprendizaje adaptativo para el egreso de profesionales en un mundo cambiante. *Revista ANFEI Digital, 16*(1), 48–56. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/936

Cilleruelo, E., Sánchez, F., & Etxebarria, B. (2008). Compendio de definiciones del concepto «innovación» realizadas por autores relevantes: Diseño híbrido actualizado del concepto. *Dirección y Organización, 36*, 61–68. https://doi.org/10.37610/dyo.v0i36.71

Correa, J., Álvarez, N., & Treviño, A. (2019). La vinculación como potenciadora de la formación profesional de profesionales de ingeniería: Propuesta de acciones con base en experiencias en la Universidad Autónoma de Nuevo León. *Revista Electrónica Educare, 23*(2), 1–20. https://www.redalyc.org/journal/1941/194160170011/html/

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.

Real Academia Española. (2021). Industria. En *Diccionario de la lengua española*. https://dle.rae.es/industria

Red de alojamiento comunitario. (28 de junio de 2024). ¿Cuál es la importancia del sector social? https://www.quora.com/What-is-the-importance-of-the-social-sector

Sosa Cordero, D. M., & Pérez Flores, V. (2015). La vinculación institucional con la industria regional y la formación de los ingenieros. *Revista ANFEI Digital, 1*(2), 1–9. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/514

Téllez, N. R., & Blanco, R. (2018). Una experiencia académica de vinculación industria con Pymes de la zona industrial de Xalostoc. *Revista ANFEI Digital, 9*(1), 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/454

RESPONSABILIDAD SOCIAL EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INSCRITOS EN EL CLUB DE DONADORES VOLUNTARIOS

SOCIAL RESPONSIBILITY IN ENGINEERING STUDENTS REGISTERED IN THE VOLUNTEER DONORS CLUB

A. Argüelles García[1]
G. E. Tiznado Parra[2]
J. Ortiz Vidaca[3]
C. A. Martínez Guerrero[4]

RESUMEN

La presente investigación tiene la finalidad de dar a conocer el impacto de la implementación del Club de Donadores Voluntarios Correcaminos del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP), establecido con la misión de aumentar el número de donaciones altruistas de sangre y sus hemoderivados. Se describirán los procesos de conformación del club, así como un análisis estadístico de la prevalencia de las diferentes hemoclasificaciones del sistema ABO y Rh presentes dentro de la comunidad estudiantil inscrita en alguno de los programas educativos ofertados por el ITSPP; descrito el proceso y el análisis estadístico se procederá a determinar el impacto social generado en la comunidad de Puerto Peñasco Sonora.

ABSTRACT

The purpose of this research is to publicize the impact of the implementation of the roadrunner voluntary donor club of the Instituto Tecnológico Superior De Puerto Peñasco (ITSPP), established with the mission of increasing the number of altruistic donations of blood and its blood products. The club formation processes will be described, as well as a statistical analysis of the prevalence of the different hemoclassifications of the ABO and Rh system present within the student community enrolled in one of the educational programs offered by the ITSPP; once described the process and the statistical analysis, we will proceed to determine the social impact generated by it in the community of Puerto Peñasco Sonora.

ANTECEDENTES

El término “altruista” hace referencia a la acción de buscar el bienestar de otros, incluso a costa del propio interés. En este contexto, un donador altruista de sangre es aquella persona que ofrece su sangre o componentes sanguíneos para uso terapéutico, sin intención de beneficiar a un individuo específico.

De acuerdo con García (2023), la Secretaría de Salud en México, entre los años 2006 y 2012, la tasa de donación de sangre permaneció en un rango de 124 a 135 donaciones por cada diez mil habitantes. Dicho dato refleja la necesidad de continuar fomentando la donación altruista como un acto desinteresado, ya que muchas vidas dependen de esta práctica. Además, permite identificar desafíos en términos de concientización y políticas públicas para incrementar las tasas de donación en el futuro.

[1] Profesor Asociado A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. alejandro.ag@puertopenasco.tecnm.mx
[2] Profesor Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. gilda.tp@puertopenasco.tecnm.mx
[3] Profesor Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. javier.ov@puertopenasco.tecnm.mx
[4] Profesor Asociado A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. carlos.mg@puertopenasco.tecnm.mx

En el presente artículo se describe el proceso de conformación del club de donadores altruistas de sangre y sus hemoderivados denominados "Correcaminos del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP)". Su misión principal es incrementar el número de donadores altruistas en beneficio de la comunidad de Puerto Peñasco, Sonora, canalizando a los participantes al Banco de Sangre del Hospital Integral de Puerto Peñasco (HIPP), cuyo número de donadores altruistas adscritos antes de la creación del club era de tan solo 2 personas al año.

Para tal efecto, esta investigación tiene como objetivo analizar el impacto de la implementación del Club de Donadores Voluntarios de Hemocomponentes y su contribución al fortalecimiento de la responsabilidad social de los estudiantes de ingeniería del Instituto Tecnológico de Puerto Peñasco. Considerando a su vez, los siguientes objetivos específicos:

- Analizar las estadísticas de donación de sangre a nivel latinoamericano, nacional, regional y local.
- Identificar los procesos operativos del Club de Donadores Voluntarios de Sangre.
- Analizar el impacto social generado por la creación del Club de Donadores Voluntarios de Sangre.
- Determinar la distribución estadística de hemotipos entre los estudiantes del ITSPP durante el periodo febrero-diciembre 2023.
- Comparar el número de donadores altruistas en la comunidad de Puerto Peñasco antes y después de la implementación del Club.
- Contrastar la cantidad de de pre-donantes del ITSPP con los miembros oficialmente registrados al Club de Donadores Voluntarios durante 2023.

En búsqueda del cumplimiento de los objetivos se plantean las preguntas de investigación:

- ¿De qué manera la implementación del Club de Donadores Voluntarios de Hemocomponentes contribuye al fortalecimiento de la responsabilidad social de los estudiantes de ingeniería del ITSPP?
- ¿Cuáles son las estadísticas de donación de sangre a nivel latinoamericano, nacional, regional y local?
- ¿Cuáles son los procesos operativos clave para garantizar el funcionamiento eficaz del Club de Donadores de Sangre?
- ¿Cuál es el impacto social generado por la implementación del Club de Donadores Voluntarios de Sangre en la comunidad del ITSPP y de Puerto Peñasco?
- ¿Cómo se distribuye estadísticamente la hemoclasificación de los estudiantes del ITSPP durante el periodo de febrero-diciembre 2023?
- ¿De qué manera ha cambiado el número de donadores altruistas en la comunidad de Puerto Peñasco antes y después de la creación del club?

Impacto Social

La demanda de sangre varía de acuerdo con la capacidad del Sistema de Salud y cobertura de la población de cada país. En los más desarrollados, los requisitos son mayores ya que los procedimientos médicos y quirúrgicos son cada vez más sofisticados. En cambio, en países menos desarrollados con capacidad de diagnóstico y tratamiento limitados, la mayoría de las transfusiones son para el tratamiento de complicaciones durante el embarazo y el parto, la anemia infantil grave, los traumatismos y trastornos sanguíneos congénitos.

Según Castellanos (2008) la donación de sangre constituye el pilar básico de la seguridad transfusional y debe promocionarse intersectorialmente, sobre la base de los siguientes criterios:

1. Valor humano y responsabilidad social del individuo donante: considerar la donación como una necesidad permanente, no únicamente asociada a las urgencias o desastres.
2. Proceso de crecimiento y desarrollo humano: fomenta el aprendizaje desde edad temprana sobre un estilo de vida saludable y promover la responsabilidad social como parte integral del desarrollo humano.
3. Atención a la demanda de sangre y sus componentes: asegurar que la sangre obtenida sea de calidad y recolectada por servicios especializados; así mismo, reducir al mínimo o eliminar el riesgo de transmisión de enfermedades.
4. Seguridad para donantes y receptores: garantizar que el proceso de donación sea eficaz y seguro; no comprometer la salud física o mental de donadores y receptores y promover servicios de salud con estándares de seguridad elevados.

Donación de sangre en México: estadísticas y retos

Chávez Ramos, M et al. (2022) en su investigación comentan que la donación de sangre y sus derivados representa uno de los actos más significativos de nuestra época. De acuerdo con estudios realizados por la Organización Panamericana de Salud (OPS), los donantes voluntarios, que donan sangre de manera frecuente son, en términos generales, los más seguros, en contraste con los donantes de reposición.

Por otro lado, la Secretaría de Salud de México (2021), señala que el término "donación de sangre" se refiere al acto de proporcionar sangre, la cual se define como un tejido líquido que constituye un soporte esencial para la vida. Su donación es indispensable para salvar la vida de quienes la requieren.

Así mismo, en México según la Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (INCyTU, 2019), la falta de un suministro confiable de sangre en los países en desarrollo contribuye significativamente al alarmante 99% de las 530,000 muertes maternas anuales y al 90% de las 1.2 millones de muertes por accidentes de tráfico. La transfusión de sangre ha sido reconocida como una de las ocho intervenciones que salvan vidas y que deberían estar disponibles en cualquier centro de atención médica. La misma oficina indica que la mayoría de las transfusiones se realizan mediante donaciones de reemplazo. Este modelo presenta importantes desventajas, ya que está asociado a un mayor índice de infecciones y costos más elevados. Además, las unidades de sangre infectadas generan desperdicio de tiempo del personal, materiales de colecta, y un aumento innecesario en los gastos de procesamiento y eliminación. El país ocupa el último lugar en América Latina en cuanto a donaciones voluntarias de sangre, con solo el 5.19% del total de unidades colectadas provenientes de este tipo de donaciones. En cuanto al comportamiento por entidad federativa, en 2014 el estado de Sonora destacó con un 9% de donaciones voluntarias.

Por otra parte, según datos recabados por el Banco de Sangre del Hospital Integral de Puerto Peñasco, único banco de sangre en esta localidad hasta 2022, únicamente se registraron dos donadores altruistas. Esto representa tan solo 0.31 donadores voluntarios por cada 10,000 habitantes, en una población aproximada de 62,689 habitantes.

Clasificación de Grupos Sanguíneos

Arbeláez (2009) describe en su artículo que el término ABO se refiere al sistema de grupos sanguíneos más importante y conocido en el ámbito médico. Fue descubierto por Karl Landsteiner en 1901, y clasifica la sangre en cuatro grupos principales según la presencia o ausencia de antígenos A y B en la superficie de los glóbulos rojos:

1. Grupo A: Tiene antígenos A en los glóbulos rojos y anticuerpos anti-B en el plasma.
2. Grupo B: Tiene antígenos B en los glóbulos rojos y anticuerpos anti-A en el plasma.
3. Grupo AB: Tiene ambos antígenos (A y B) en los glóbulos rojos, pero no contiene anticuerpos anti-A ni anti-B en el plasma.
4. Grupo O: No presenta antígenos A ni B en los glóbulos rojos, pero tiene ambos anticuerpos (anti-A y anti-B) en el plasma.

Este sistema es crucial para garantizar la compatibilidad en transfusiones de sangre, ya que una transfusión con un grupo incompatible puede generar reacciones graves en el receptor.

Por su parte, los eritrocitos poseen diversas estructuras antigénicas reconocidas por sistemas inmunes que carecen de ellas. Hasta 2005, se identificaron 29 sistemas de grupos sanguíneos (SGS), destacándose los sistemas ABO y Rh. Estos se heredan según las leyes mendelianas y son fundamentales tanto en la transfusión como en la investigación médica.

Carmona (2006) explica que el gen ABO ubicado en el cromosoma 9, consta de siete exones cuyo tamaño varía de 18 a 688 pares de bases. El sistema Rh es el segundo en importancia para la práctica de las transfusiones, se originó en el estudio pionero de los investigadores, quienes trabajaron con monos rhesus. El principal antígeno Rh es el D; su presencia indica un fenotipo Rh positivo, mientras que su ausencia corresponde a Rh negativo, siendo el primero más común a nivel mundial.

METODOLOGÍA

Con el fin de analizar el impacto social de la implementación del Club de Donadores Voluntarios de Sangre Correcaminos, se emplearon técnicas cuantitativas y cualitativas. Este análisis incluyó la estadística descriptiva de la hemoclasificación y la prevalencia hemotípica según el sistema ABO y RH de los estudiantes inscritos en los programas educativos de ingeniería ofertados por el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP), durante los semestres febrero-julio 2023 y agosto- diciembre 2023.

La metodología de la aplicación consistió en la aplicación de una encuesta electrónica con respuesta de opción múltiple, elaborada en Google Formularios, a 180 estudiantes. El nivel de confianza alcanzado fue del 90%, calculado, mediante la fórmula para determinar tamaño de muestra en la plataforma SurveyMonkey (2023), mostrada en la figura 1.

Figura 1. *Fórmula para determina tamaño de muestra.*

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p\,(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p\,(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Fuente: SurveyMonkey (2023).

Las preguntas incluidas en la encuesta y consideras relevantes, fueron las siguientes:

- ¿Está plenamente seguro/a de su tipo de sangre? Las respuestas posibles fueron "Sí" o "No", eliminándose del análisis a aquellos que respondieron negativamente.
- ¿Cuál es su género? Las opciones de respuesta fueron "Masculino", "Femenino" y "Prefiero no contestar".
- ¿Cuál es su tipo de sangre? Las opciones aceptadas fueron: O Rh Positivo, O Rh Negativo, A Rh Positivo, A Rh Negativo, B Rh Positivo, B Rh Negativo, AB Rh Positivo y AB Rh Negativo.

Para evaluar el impacto social de las estrategias implementadas, se llevó a cabo una entrevista con la Dra. Susana Romero, encargada del Banco de Sangre del Hospital Integral de Puerto Peñasco. Las preguntas formuladas que destacan por su importancia más durante la entrevista fueron las siguientes:

- ¿Cuántos donadores altruistas se registraron en Puerto Peñasco durante el año 2022?
- Desde la conformación del Club de Donadores Voluntarios, ¿cómo ha cambiado el comportamiento en la inscripción de donadores voluntarios?
- ¿Cuántos pre-donantes, canalizados por el Club de Donadores Voluntarios, se han recibido en el Banco de Sangre del HIPP desde julio hasta la fecha?

Por último, ya recabada la información evidenciada se procede a:

1. La Oficialización del club en cumplimiento con el convenio de colaboración establecido entre el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP) y el Hospital Integral de Puerto Peñasco (HIPP), institución que alberga el Banco de Sangre de Puerto Peñasco (BSPP).
2. El mapeo de procesos administrativos y funcionales relacionados con la organización del club, especificando cada uno de los procedimientos definidos dentro de este esquema.
3. El análisis del impacto social generado por la creación del club, evaluando los beneficios que ha aportado durante el período en el que ha estado en funcionamiento.

RESULTADOS

Con base a la metodología aplicada para la recolección de datos se obtuvo la siguiente información:

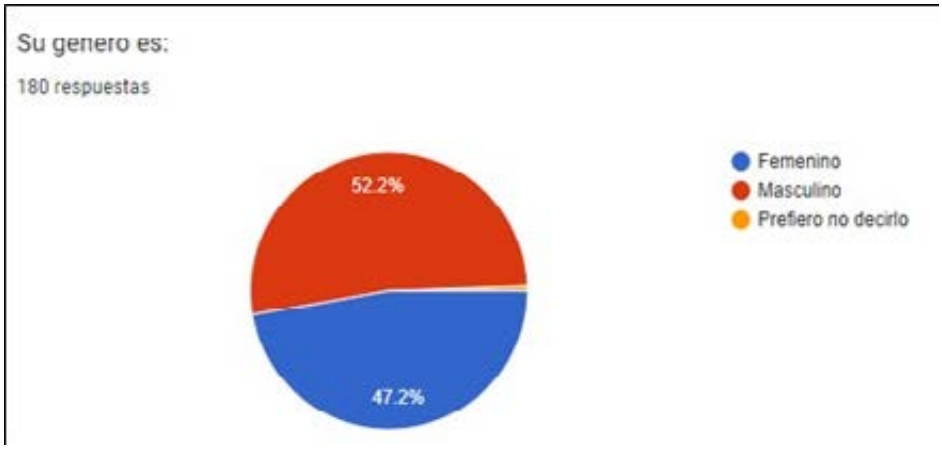
En primer lugar, los resultados de las preguntas seleccionadas de la encuesta aplicada a la muestra de 180 estudiantes de los programas educativos de ingeniería del ITSPP revelaron lo siguiente:

Respecto a la pregunta de: "¿Está plenamente seguro/a de su tipo de sangre?", los datos representados en la figura 2 muestran que el 92.2% de los estudiantes (166) afirmaron estar seguros de su tipo de sangre, mientras que el 7.8% (14 estudiantes) indicaron no estarlo.

Figura 2. *Seguridad en su tipo de Sangre.*

En relación con la pregunta de: "¿Cuál es su género?", la figura 3 muestra que la distribución de géneros entre los 180 estudiantes encuestados se divide de la siguiente manera: un 52.2% (94 estudiantes) se identificaron como hombres, un 47.2% (85 estudiantes) como mujeres, y un 0.6% (1 estudiante) prefirió no responder.

Figura 3. *Distribución de géneros en la comunidad estudiantil del ITSPP febrero-diciembre 2023.*



Finalmente, en cuanto a la pregunta: "¿Cuál es su tipo de sangre?", mismo que indica el grupo sanguíneo ABO y la presencia del antígeno D Rh, se destaca que el 59.4% de los

encuestados pertenece al grupo "O" Rh positivo, el 24.4% al grupo "A" Rh positivo y el 16.2% se distribuye entre los demás grupos sanguíneos de la hemoclasificación, como se muestran en la figura 4 y tabla 1.

Figura 4. *Distribución estadística de Hemoclasificación estudiantil ITSPP febrero-diciembre 2023.*

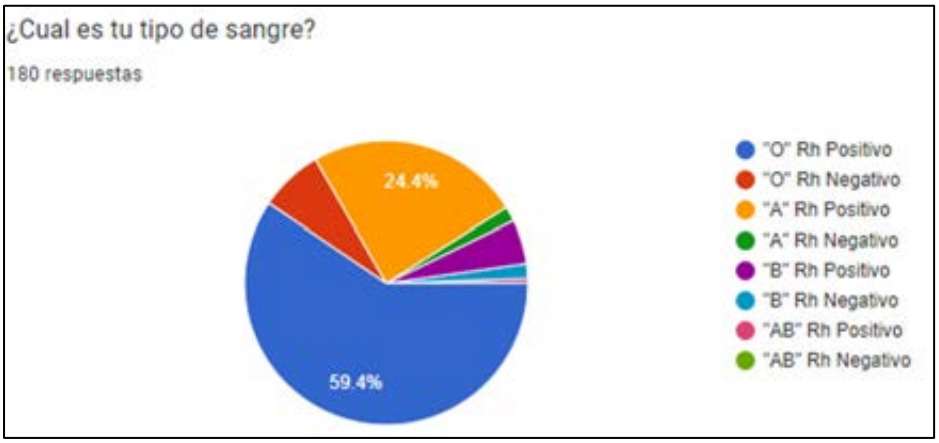


Tabla 1. *Distribución de Hemoclasificaciones en la comunidad estudiantil ITSPP febrero-diciembre 2023.*

Hemoclasificación de los estudiantes del ITSPP		
Grupo Sanguíneo	*Número de estudiantes*	*Porcentaje*
"O" Rh positivo	107	59.4%
"O" Rh negativo	13	7.2%
"A" Rh positivo	44	24.4%
"A" Rh negativo	3	1.7%
"B" Rh positivo	9	5%
"B" Rh negativo	3	1.7%
"AB" Rh positivo	1	0.6%
"AB" Rh negativo	0	0%
	180	100%

Otra actividad realizada dentro de la metodología fue la entrevista realizada con la Dra. Susana Romero, encargada del Banco de Sangre del Hospital Integral de Puerto Peñasco (HIPP), con el objetivo de conocer el número de donadores altruistas registrados en Puerto Peñasco durante 2022, así como de comparar dicha cifra con los voluntarios registrados tras la creación del Club de Donadores del ITSPP.

Tal como se observa en la Figura 5, en los años 2022 y 2023, el Banco de Sangre del HIPP registró oficialmente a 2 donadores altruistas. Sin embargo, en el último año, tras la conformación del Club de Donadores Voluntarios Correcaminos, integrado por estudiantes del ITSPP, el número de donadores aumentó a 6. Así mismo, como se muestra en la Figura 6, al inicio del programa se contó con 50 estudiantes pre-donantes del ITSPP, de los cuales

44 se inscribieron como miembros oficiales del club de donadores voluntarios. Esto representa un 80% de estudiantes que lograron concientizarse sobre la importancia de la donación altruista y su contribución a salvar vidas.

Figura 5. *Comparativo de donadores altruistas de 2022 con respecto a 2023.*

Fuente: *Banco de Sangre HIPP, 2023.*

Figura 6. *Pre-donantes ITSPP Vs Miembros Oficialmente Inscritos al Club de Donadores Voluntarios 2023.*

Fuente: *Banco de Sangre HIPP, 2023.*

CONCLUSIONES

Una vez oficializado el convenio de colaboración entre el Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP) y el Hospital Integral de Puerto Peñasco (HIPP), se desarrolla el Manual de Organización del Club de Donadores Voluntarios "Correcaminos". En este documento se detallan, entre otros aspectos, los procesos administrativos y funcionales vinculados con la organización del club, tal como se ilustra en la figura 7.

Figura 7. *Mapeo de procesos "Club de Donadores Voluntarios Correcaminos del ITSPP".*

Fuente: *Manual de Organización Club de Voluntarios Correcaminos, 2023.*

El Club de Donadores Voluntarios de Sangre y sus Hemoderivados "Correcaminos" del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco (ITSPP) ha logrado, desde su puesta en marcha, incrementar significativamente el número de donadores altruistas en la comunidad de Puerto Peñasco. Esto ha sido posible gracias a un proceso integral que incluyó la organización interna, el mapeo de procesos, el análisis estadístico de la hemoclasificación en la comunidad estudiantil, el establecimiento de normatividades y la vinculación estratégica.

Además, el club no solo ha impulsado la donación altruista, sino también las donaciones referidas para pacientes específicos. Hasta la fecha, se ha atendido a aproximadamente 30 pacientes que requerían transfusiones de sangre referida.

El impacto de la responsabilidad social en estudiantes de ingeniería que participan en el Club de Donadores Voluntarios es significativo. La integración de la responsabilidad social en la formación universitaria promueve valores como el compromiso con la comunidad, la ética profesional y la conciencia ambiental. Actividades y asignaturas relacionadas con este tema también han demostrado influir positivamente en hábitos como el consumo responsable y la participación en la sociedad. En el caso de los estudiantes del ITSPP, quienes han mostrado una notable sensibilidad hacia las necesidades de su comunidad, especialmente en el ámbito de la donación altruista de sangre y hemoderivados. Este incremento en la cantidad de

donadores voluntarios ha permitido ofrecer atención más ágil y eficaz a pacientes en situaciones críticas, como víctimas de accidentes, mujeres embarazadas y niños con cáncer. Estas acciones no solo han contribuido a salvar vidas, sino que también han mejorado la esperanza y la calidad de vida de muchos beneficiarios.

Es importante destacar que estos resultados han sido posibles gracias a la estrecha colaboración entre el Banco de Sangre de Puerto Peñasco y el Club de Donadores Voluntarios del ITSPP.

BIBLIOGRAFÍA

Arbeláez-García, C. A. (2009). Sistema de grupo sanguíneo ABO. *Medicina & Laboratorio, 15*(7-8), 329–346. https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2009/myl097-8c.pdf

Carmona-Fonseca, J. (2006). Frecuencia de los grupos sanguíneos ABO y Rh en la población laboral del valle de Aburrá y del cercano oriente de Antioquia (Colombia). *Acta Médica Colombiana, 31*(1), 20–30. https://www.actamedicacolombiana.com/ojs/index.php/actamed/article/view/2458

Castellanos Martínez, R. (2008). Beneficio social del donante de sangre sin riesgo. *MEDISAN, 12*(4), 1–7. https://www.redalyc.org/pdf/3684/368445249016.pdf

Chávez Ramos, M. (2020). *Análisis de la problemática resultante de los tipos de donación de sangre, producida en el Banco de Sangre de la Seguridad Social en La Paz durante la gestión 2020*. https://doi.org/10.53287/eass6087di15k

INCyTU. (2019). *Donación de sangre en México*. Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión. https://www.foroconsultivo.org.mx/INCyTU/documentos/Completa/INCYTU_19-030.pdf

Secretaría de Salud. (2021, 14 de junio). Incrementa donación de sangre voluntaria y altruista durante el 2020. *Gobierno de México*. https://www.gob.mx/salud/prensa/245-incrementa-donacion-de-sangre-voluntaria-y-altruista-durante-el-2020

SurveyMonkey. (2023). *Calculadora del tamaño de muestra*. https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/

APLICACIÓN DE ESTILOS DE APRENDIZAJE PARA LA SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS MULTIMODALES DE EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS

APLICATION OF LEARNING STYLES TO SELECT MULTIMODAL STRATEGIES FOR THE EVALUATION OF COMPETENCIES

H. C. Alvarado Grecco[1]
N. Ávila Esquivel[2]

RESUMEN

La búsqueda de la innovación educativa se ha centrado en el desarrollo de elementos multisemióticos en las herramientas didácticas. Estos incluyen tecnologías de la información y comunicación, así como de aprendizaje y empoderamiento del alumnado. En este contexto, surge la necesidad de transformar los procesos de evaluación formativa en el presente para fortalecer la formación de las y los futuros ingenieros. Este trabajo mantiene relación con el tema de innovación en el proceso de formación de ingenieros y tiene como fin proponer una estrategia de evaluación multimodal de competencias en estudiantes de ingeniería alineado a estándares educacionales internacionales y adaptado a los distintos estilos de aprendizaje del alumnado y que contribuya a la construcción de conocimiento durante su proceso de evaluación. La metodología utilizada fue el inventario estilos de aprendizaje de Felder y Silverman, el cual se contrastó con herramientas de evaluación identificadas en la literatura, de acuerdo con las características de cada una, para posteriormente determinar su utilidad, factibilidad, exactitud y ética. Como resultado se presenta una propuesta multimodal de evaluación formativa acorde a los estilos de aprendizaje con la finalidad de mejorar la experiencia académica.

ABSTRACT

The search for educational innovation has focused on the development of multi-semiotic elements in teaching tools. These include information and communication technologies, as well as learning and student empowerment. In this context, there arises the need to transform formative assessment processes in the present to strengthen the training of future engineers. The purpose of this investigation is to develop a proposal for a multimodal assessment of competencies in engineering students that responds to international educational standards and that also adjust in personalized way to the learning styles of the students to collaborate in the construction of knowledge during their evaluation process. The methodology used was Felder and Silverman's learning styles inventory, which was contrasted with evaluation tools identified in the literature, according to the characteristics of each one, to subsequently determine its usefulness feasibility, accuracy and ethics. The result is a multimodal proposal for formative evaluation according to learning styles.

INTRODUCCIÓN

La evolución del proceso enseñanza-aprendizaje en las últimas dos décadas, ha permitido la flexibilización de la oferta educativa en los niveles medio superior y superior del sistema educativo (Navarrete y Manzanilla, 2017). En este contexto, surge la necesidad de generar nuevas estrategias que permitan al profesorado evaluar resultados de los aprendizajes construidos durante este proceso, a la par con el desarrollo de multimodalidades educativas que favorecen la formación del alumnado en diferentes entornos, tanto presencial, como a distancia o la combinación de ambos. Ante este escenario surge la importancia de personalizar no solamente a las estrategias educativas, sino también a los sistemas de evaluación, tanto formativa como sumativa.

[1] Profesora de Asignatura. FES Aragón. hildagreccof0@aragon.unam.mx
[2] Jefe de Carrera Ingeniería Industrial FES Aragón. noeavila6g2@aragon.unam.mx

Los procesos tradicionales de evaluación juzgan a través de información cualitativa y cuantitativa la consecución de ciertas características esperadas en el alumnado (Morales y otros, 2021), además de cumplir cuatro aspectos fundamentales: ser útiles, factibles, exactos y éticos (Canabal y Margalef, 2017). En este sentido la evaluación formativa resalta como un medio esencial de retroalimentación orientado al aprendizaje, además de fomentar competencias de auto-evaluación. Por su parte, Bizarro y otros (2019), centran su revisión en el estudio de la evaluación formativa por competencias y en las preguntas básicas: ¿qué?, ¿quién?, ¿para qué?,¿cuándo?, ¿cómo?, y ¿con qué se evalúa?

En el nivel universitario en donde se busca desarrollar competencias para la resolución de problemas reales dentro de cada disciplina, la evaluación representa un desafío, ya que estas competencias no son directamente observables y su valoración no siempre es inmediata, esto refuerza la importancia de abordar la evaluación como un elemento central del proceso de enseñanza – aprendizaje, pues esta influye en la motivación del alumnado hacia su trabajo en el futuro (Tapia, 2018). Esta investigación, relacionada con la innovación en el proceso de formación de ingenieros e ingenieras, tiene como objetivo proponer una estrategia de evaluación multimodal de competencias en estudiantes de ingeniería, alineado a estándares educacionales internacionales y adaptado a los distintos estilos de aprendizaje del alumnado contribuyendo a su vez, a fortalecer el aprendizaje y construir conocimiento durante su proceso de evaluación.

Para ello, se realizó un estudio de caso en la Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM, ubicada en el municipio de Nezahualcóyotl, con una población de estudiantes de ingeniería industrial de entre 19 y 25 años, en su mayoría residentes de las alcaldías de la zona norte-oriente de la Ciudad de México. El plan de estudios se encuentra acreditado por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de Ingeniería (CACEI), cuyo marco de referencia establece una serie de competencias clave para la formación de las y los ingenieros.

Para esta investigación, se seleccionaron dos grupos de la asignatura “Diseño de sistemas Productivos”, y se eligieron tres atributos de egreso (AE), con base en el Marco de Referencia 2025 de CACEI (2024):

- AE 3 Diseño y desarrollo de soluciones
- AE7 Ética
- AE8 Trabajo en equipo, individual y colaborativo

METODOLOGÍA

Se entiende la evaluación formativa como el proceso de contrastación, valoración y toma de decisiones para la optimización de la enseñanza-aprendizaje (Hamodi y otros, 2015). En entornos multimodales donde las estrategias de aprendizaje incorporan elementos semióticos para el desarrollo de competencias en el alumnado, la identificación de su estilo de aprendizaje no solo orienta la selección de las estrategias didácticas más efectivas, sino también la elección de instrumentos adecuados para evaluar el aprendizaje.

Con base en lo anterior, se aplicó el inventario de Felder y Silverman (1988) para la identificación de estilos de aprendizaje a una muestra selectiva compuesta por 98 estudiantes de dos grupos de la asignatura “Diseño de sistemas productivos” de la carrera de ingeniería

industrial, de los cuales 82 estudiantes aceptaron compartir sus datos a través del cuestionario, de acuerdo con el aviso de privacidad proporcionado previamente.

Sí bien este instrumento fue desarrollado en la década de los ochenta, ha sido validado y utilizado en diversos estudios, como el de Marcos, B. y otros (2021), demostrando su eficacia y fiabilidad. Esta estrategia fue diseñada por sus autores, específicamente para estudiantes de ingeniería y evalúa cuatro dimensiones: Procesamiento, Percepción, Representación, Comprensión. Cada dimensión presenta dos perfiles opuestos medidos en escala ascendente de 0 a 11.

El cuestionario compuesto de 44 reactivos se ha generado en formato digital puede ser consultado a través del siguiente enlace: https://forms.gle/hYQ7xp8ky8YH6ej98

Los resultados del estudio permitieron identificar posibles estrategias de evaluación formativa alineadas con los perfiles de aprendizaje del alumnado. Cada alternativa se evaluó en función de su utilidad, factibilidad, exactitud y ética, de acuerdo con los estándares establecidos por la *Joint Commitee on Standards for Educational Evaluation* antes mencionados por Canabal, C., y Margalef (2017) y por Mora (2004). Asimismo, se considero su capacidad, para hacer al alumnado copartícipe en este proceso y con ello mejorar sus aprendizajes con autonomía y reflexivamente (Bizarro y otros, 2019).

Figura 1. *Criterios de selección de instrumento de evaluación.*

El procesamiento de la información recopilada se realizó inicialmente en el software Microsoft® Excel donde se determinaron los valores correspondientes de estilos de aprendizaje y posteriormente mediante el paquete estadístico PSPP para generar gráficos y analizar los resultados de manera descriptiva mediante medidas de tendencia central. El objetivo fue identificar cuáles fueron los perfiles que con mayor frecuencia se repiten en el alumnado, así como la magnitud en las preferencias a través de la moda y la mediana. Mientras más cercanos estén estos valores a cero, mayor equilibrio habrá en la dimensión evaluada, en contraste, valores cercanos a 11 indican una preferencia marcada hacia el perfil especifico.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

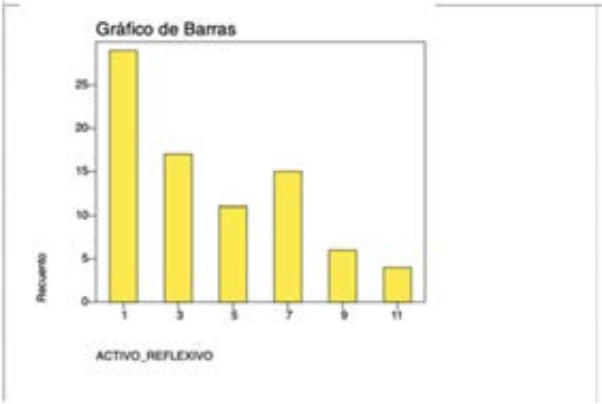
En los siguientes gráficos se muestran los estilos de aprendizaje y se sugieren materiales multimodales adecuados para cada uno de ellos. Dado que la muestra estuvo compuesta

principalmente por estudiantes de ingeniería industrial de género masculino, no se consideró relevante realizar un contraste de dimensiones por género.

Según la Figura 2 para la dimensión “Procesamiento”, se observa que, si bien la mayoría del alumnado tiene un perfil activo, existe un equilibrio entre ambos extremos ya que la moda y la mediana se encuentran en 1 y 3 respectivamente.

El alumnado con perfil activo tiende a preferir el trabajo experimental y muestra facilidad para colaborar en equipos, mientras que el reflexivo favorece el trabajo en individual y con facilidad para asimilar la información teórica (Felder y Silverman, 1988). En este sentido, se recomiendan estrategias de evaluación que fomenten el trabajo en equipo de estudiantes, estableciendo responsabilidades y compromisos claros.

Figura 2. *Procesamiento.*

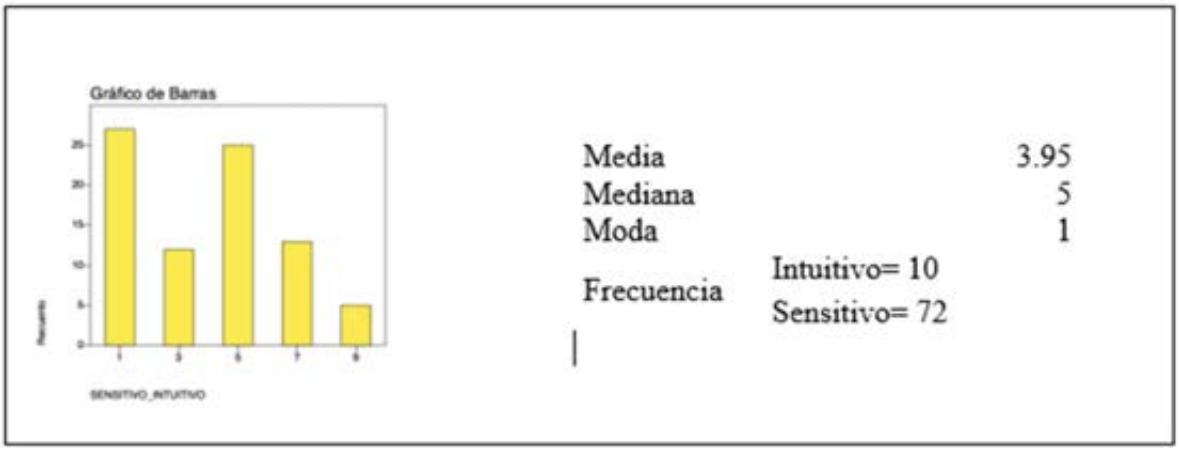


Media	4.12
Mediana	3
Moda	1
Frecuencia	Activos = 61
	Reflexivos = 21

En la Figura 3 para la dimensión "Percepción", se observa que la media es de 3.95 y que la dimensión predominante es sensitiva. De acuerdo con el modelo de Felder, esto indica una mayor preferencia a los hechos, datos y experimentación, prefiriendo lo simple y práctico (Felder y Silverman, 1988).

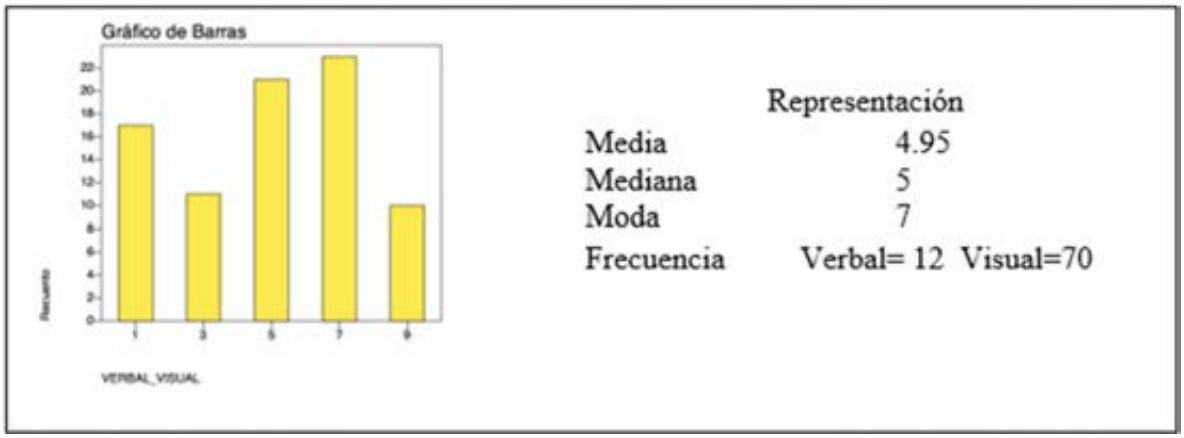
Este perfil facilita el aprendizaje a través de llevar a la práctica los conceptos estudiados y cuidado por el detalle (Sánchez, 2019). Como alternativa para este tipo de perfil, se recomienda el desarrollo de proyectos de aplicación, tales como aplicación de conocimientos en entornos reales o supuestos, que permitan la transferencia del conocimiento a situaciones concretas.

Figura 3. *Percepción.*



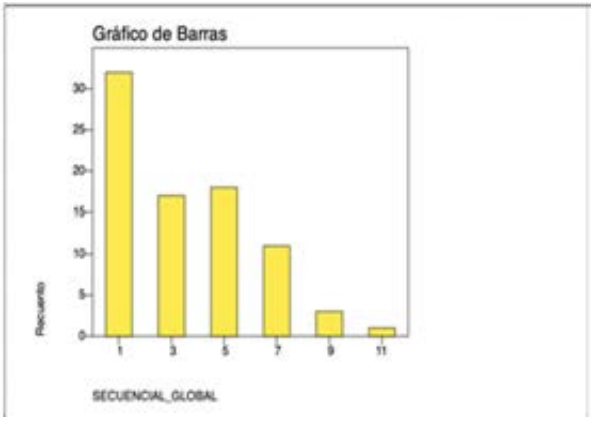
La dimensión "Representación" se compone de dos perfiles: visual y verbal. De acuerdo con la Figura 4, los resultados muestran una marcada preferencia hacia las representaciones visuales, con una moda de 7 y una media de 5, en esta dimensión. Esto indica que el alumnado comprende mejor la información mediante imágenes, diagramas de flujo, líneas de tiempo, videos, entre otros recursos visuales. Esta característica abre la oportunidad de implementar estrategias multimodales como la elaboración de videos explicativos, carteles, y otros materiales gráficos.

Figura 4. *Representación.*



En cuanto a la dimensión comprensión, representada en la Figura 5, los resultados muestran un equilibrio entre la dimensión secuencial/global. Esto se evidencia en una moda de 1 y una mediana de 3 en la dimensión secuencial. Al alumnado con estas características se le facilita el entendimiento de los procesos y tienden a preferir analizar los problemas de manera holística y comprender el todo, sintetizarlo y posteriormente analizar cada fragmento. Asimismo, pueden asimilar información fragmentada siempre que se presente de manera lógica y secuencial. Para este grupo se recomienda el uso de problemas prototípicos y estudios de caso como estrategias de refuerzo del aprendizaje (Marcos y otros, 2021).

Figura 5. *Comprensión.*



	Comprensión
Media	3.51
Mediana	3
Moda	1
Frecuencia	Global= 26
	Secuencial = 56

Con base en el diagnóstico de estilos de aprendizaje y considerando tanto las estrategias de evaluación indicadas en el programa de estudio, así como las identificadas en la literatura, se elaboró una matriz de correspondencia. En esta matriz se evalúa el grado de coincidencia de cada herramienta con el perfil de aprendizaje del alumnado, clasificando la relación en cuatro niveles: Muy Fuerte (10 puntos), Fuerte (8 puntos), Medio (6 puntos) y Bajo (4 puntos). Los resultados ponderados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Relación entre los estilos de aprendizaje y las estrategias de evaluación.*

Estrategias evaluación de aprendizaje propuestas en el programa de estudios	**ACT**	**SENS**	**VIS**	**SEC**
Proyecto: Pone en práctica conocimientos, habilidades y actitudes utilizando técnicas colaborativas de alto rendimiento (Montoya y López, 2023).	Muy Fuerte 10 pts	Muy Fuerte 10 pts	Medio 6 pts	Muy Fuerte 10 pts
Exposiciones y participaciones: Desarrolla habilidades orales y síntesis, demuestra la capacidad de establecer relaciones entre contenidos. Desarrolla trabajo en equipo e individual. (Montoya y otros, 2022)	Fuerte 8pts	Muy fuerte 10 pts	Media 6 pts	Fuerte 8pts
Solución de problemas (en clase y en casa): A través de preguntas estimula al alumno a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y aplicar conocimientos en situaciones potencialmente reales. (Pascual y otros, 2022)	Muy Fuerte 10 pts	Muy Fuerte 10 pts	Medio 6 pts	Fuerte 8pts
Investigación: Lleva un proceso secuencial de planificación, ejecución y comunicación de resultados. Su objetivo puede ser teórico o aplicado. (Londoño y otros, 2022)	Fuerte 8pts	Fuerte 8pts	Bajo 4 pts	Muy Fuerte 10 pts
Exámenes parciales: Identifica el nivel de dominio sobre un constructo específico (Sánchez y Delgado, 2022).	Bajo 4 pts	Bajo 4 pts	Bajo 4 pts	Medio 6 pts

Como resultado del análisis, se identificaron tres estrategias prioritarias de evaluación con mayor utilidad para la muestra estudiada: Proyectos, Solución de problemas y Exposiciones (Figura 6). Estas estrategias favorecen un proceso de evaluación más efectivo y adaptado a las necesidades del alumnado muestra.

Figura 6. *Jerarquización de las estrategias de evaluación.*

De acuerdo con este análisis, se propone una herramienta multimodal para la evaluación de las competencias, basada en un proyecto final en el que los equipos conformados por el alumnado trabajen de manera colaborativa aprovechando sus resultados en la dimensión procesamiento. La actividad consiste en la elaboración de un video explicativo, alineado con los resultados obtenidos en las dimensiones "Representación" y "Percepción"; y el desarrollo de un estudio de caso, aprovechando su estilo de aprendizaje en la dimensión "Comprensión". A través de este ejercicio el alumnado podrá aplicar los contenidos de la asignatura de manera lógica y secuencial.

El programa de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial de la FES Aragón, recomienda como herramientas didácticas: lecturas, plataformas virtuales educativas, trabajo en equipo, trabajo de investigación y videos. Con base en esta recomendación y en el análisis de la relación entre los estilos de aprendizaje y las estrategias de evaluación, se determinó que la mejor opción consiste en que el alumnado elabore un video explicativo para bordar el estudio de caso, toda vez que es el medio técnico audiovisual de mayor proyección debido a su interés social.

Como lo expone García, M. (2014), el video explicativo representa múltiples ventajas didácticas para el aprendizaje significativo como lo son: variedad y versatilidad, uso de elementos visuales, representación de la realidad, interactividad del alumnado, etc. Una ventaja adicional de esta estrategia es la posibilidad de auto-observación y hetero-observación, es decir, el alumnado puede analizar su propio desempeño tras la grabación del video, además de recibir retroalimentación de sus compañeros a través de comentarios y presuntas.

Para garantizar la pertinencia y eficacia de la propuesta, se analizó en función de los cuatro criterios: utilidad, factibilidad, exactitud y ética, alineados con los estándares educacionales.

Utilidad

Una estrategia de evaluación formativa debe favorecer el aprendizaje del alumnado, por lo que se considera que al ser afín a los estilos de aprendizaje de los grupos que respondieron al cuestionario, la alternativa seleccionada es una herramienta que, durante su proceso de producción, fomenta el reforzamiento y construcción de nuevos conocimientos.

Factibilidad

El acceso a herramientas digitales de edición y video es amplio y diverso, lo que permite que cualquier persona tenga acceso a ellas. Una estrategia de evaluación debe ser factible, por lo que se recomienda brindar flexibilidad al alumnado para que el video sea realizado a través del software de su preferencia y que les resulte cómodo o familiar. Para ello, se admiten videos generados y almacenados en plataformas de redes sociales, como Instagram, Facebook, TikTok, YouTube, etc.

Exactitud

Para reducir discrepancias entre los resultados y los objetivos de evaluación, se sugiere proporcionar al alumnado una rúbrica o lista de cotejo que le permita a su vez, autoevaluar el video a través de criterios bien definidos y niveles de cumplimiento.

Ética

El uso de una rubrica también permitirá evaluar el cumplimiento de los compromisos académicos y la integridad en los resultados, es decir, a la referenciación adecuada de las fuentes consultadas, así como al respeto de los derechos de las personas que aparecen en el video a través de un consentimiento informado.

CONCLUSIONES

El diagnóstico de estilos de aprendizaje reveló que el alumnado presenta una notable preferencia hacia el aprendizaje visual, con una ligera tendencia hacia un procesamiento activo, una percepción sensitiva y una comprensión secuencial.

Con base en estos hallazgos y de acuerdo con el propósito de esta investigación, se diseñó una estrategia de evaluación multimodal en estudiantes de un programa de estudios de ingeniería acreditado internacionalmente, adaptando el instrumento a la evaluación de competencias basadas en los atributos de egreso. Dicha herramienta se personalizó a los estilos de aprendizaje del alumnado para contribuir al fortalecimiento del aprendizaje y construcción de conocimiento durante su proceso de evaluación. La estrategia propuesta está fundamentada en la elaboración por parte del alumnado de un video explicativo, aprovechando sus preferencias visuales, y fomentando elementos reflexivo-activos como el trabajo colaborativo. Asimismo, esta herramienta promueve aspectos de la percepción intuitiva, así como la conceptualización teórico-práctica y brinda flexibilidad para desarrollar productos creativos e innovadores, manteniendo un enfoque analítico, secuencial y global.

La implementación de métodos multimodales para la evaluación, como la producción de videos explicativos, representa un paso hacia la innovación en el proceso de formación de ingenieras e ingenieros por el impacto que se puede lograr en la enseñanza aprendizaje, no solo en las estrategias didácticas para su uso en aulas en la modalidad presencial, sino también en entornos virtuales. Personalizar la evaluación de acuerdo con los estilos de aprendizaje del alumnado contribuye al fortalecimiento del proceso formativo, alineándose

con los esfuerzos del profesorado por desarrollar nuevas metodologías para la formación de ingenieras e ingenieros y profesionales del futuro.

BIBLIOGRAFÍA

Bizarro, W., Wilson, S., y Quispe, Á. (2019). Evaluación formativa en el marco del enfoque por competencias. *Innova Educación, 1*(3), (pp. 374-390). DOI: https://doi.org/10.35622/j.rie.2019.03.r001

CACEI. (2024). Manual del marco de referencia 2025. Consejo de acreditación para la enseñanza de la ingeniería A.C. https://cacei.org.mx/nv/nvdocs/marco_ing_2025.pdf

Canabal, C., y Margalef, L. (2017). La retroalimentación: La clave para una evaluación orientadda al aprendizaje. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado.*, 35(1) , (pp. 149-170). https://qrpol.com/707df

Felder, M., y Silverman, L. (1988). Learning and Teaching Styles. *Engineering Education*, 78(7), (pp. 674-681). https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1QP6kBI1iQmpQbTXL-08HSl0PwJ5BYnZW/1988-LS-plus-note.pdf

García, M. (2014) Uso instruccional del video didáctico. *Revista de investigación*. 38 (81) (pp. 43-67), https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140396002.pdf

Hamodi, C., López, V., y López, A. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa. *Perfiles educativos, XXXVII*(147), (pp. 146-161). https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v37n147/v37n147a9.pdf

Londoño, M., Perez, M., y Martínez, A. (2022). Investigación. En Sánchez, M. y Martínez, A.,CUAED, *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos.* https://cuaed.unam.mx/publicaciones/libro-evaluacion/

Marcos, B., Alarcón, V., Serrano, N., y Cuetos, M. (2021). Aplicación de los estilos de aprendizaje según el modelo de Felder y Silverman para el desarrollo de competencias clave en la práctica docente. *Tendencias Pedagógicas*, (pp. 104-120). https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/tp2021_37_009

Montoya, L., y López, R. (2023). Estrategias de evaluación formativa en docentes que aplican aprendizaje basado en proyectos y en la cooperación en el ámbito universitario._https://portalrevistas.aulavirtualusmp.pe/index.php/eduticinnova/article/view/2687/3375

Montoya, M., Pérez, N., y Pérez, A. (2022). Exposición oral. En Sánchez, M. y Martínez, A.,CUAED, *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos.* (pp. 381-397). https://cuaed.unam.mx/publicaciones/libro-evaluacion/

Mora, A. (2004). La evaluación educativa: Concepto, periodos y modelos. *Actualidades Investigativas en Educación*. https://www.redalyc.org/pdf/447/44740211.pdf

Morales, S., Hershberger, R., y Acosta, E. (2021). Evaluación por competencias: ¿Cómo se hace? *Revista de la Facultad de Medicina*, 63(3), (pp. 46-56). https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2019.63.3.08

Navarrete , Z., y Manzanilla, H. (2017). Panorama de la educación a distancia en México. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, (pp. 65-82). https://www.redalyc.org/pdf/1341/134152136004.pdf

Pascual, A., Trejo, C., Ortega, E., y Martínez, A. (2022). Solución de problemas. En Sánchez, M. y Martínez, A. , *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos.* 13(1), (pp. 475-493). https://cuaed.unam.mx/publicaciones/libro-evaluacion/

Sánchez, M. (2019). Estilos de aprendizaje. *Publicaciones didácticas*, (pp. 180-184). https://core.ac.uk/reader/235850765

Sánchez, M., y Delgado, L. (2022). Evaluación Sumativa y exámenes de alto impacto. En Sánchez, M. y Martínez, A. , *Evaluación y aprendizaje en educación universitaria: estrategias e instrumentos.* (pp. 81-97) https://cuaed.unam.mx/publicaciones/libro-evaluacion/

Tapia, A. (2018). Evaluación del aprendizaje: Dificultades y desafíos. *Asociación de Educación Abierta.* 81(1). https://educacionabierta.org/evaluacion-del-aprendizaje-dificultades-y-desafios/

LAS COMPETENCIAS GENÉRICAS TRANSVERSALES PARA INDUSTRIA 5.0 EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA

TRANSVERSAL GENERIC COMPETENCES FOR INDUSTRY 5.0 IN ENGINEERING PROGRAMS

M. del C. Gallardo Aguilar[1]
M. T. De la Garza Carranza[2]
S. T. Cano Ibarra[3]
E. Guzmán Soria[4]

RESUMEN

El artículo realiza un análisis de las principales competencias genéricas necesarias en el desempeño profesional para la industria 5.0 a través de una revisión bibliográfica; las competencias identificadas como necesarias son: sustentabilidad, interacción con la tecnología, aprendizaje continuo y bienestar social. Se concluye que las instituciones de educación superior que ofrecen programas de ingeniería deben evaluar sus curriculums para incluir estas competencias como parte integral de los programas de estudio.

ABSTRACT

The article carries out an analysis of the main generic competencies necessary in professional performance for Industry 5.0 through a bibliographic review; The competencies identified as necessary are: sustainability, interaction with technology, continuous learning and social well-being. It is concluded that higher education institutions that offer engineering programs must evaluate their curricula to include these competencies as an integral part of the study programs.

ANTECEDENTES

La educación en la ingeniería está en constante cambio, en el contexto actual es necesario que se pueda adaptar a las demandas de la industria 5.0, la cual se caracteriza por la integración avanzada de la tecnología, la inteligencia artificial y el enfoque en la colaboración humano-máquina, de forma que se logre una producción más eficiente y sostenible. Al mismo tiempo se busca incorporar la economía circular, la cual se enfoca en reducir el desperdicio, utilizando los productos y las materias el mayor tiempo posible y de esta forma ir creando un ciclo continuo de reutilización y reciclaje.

Es necesario adaptar e implementar un enfoque educativo en el que se integren diversas disciplinas, que permitan a los ingenieros comprender y resolver problemas complejos desde múltiples perspectivas, además de incluir un aprendizaje a lo largo de la vida y la capacidad de adaptarse a nuevas tecnologías y metodologías; siendo también importante entender que se cuenta con la necesidad de enseñar principios, centrados en las necesidades humanas y la resiliencia; en otras palabras, se trata de la capacidad de las personas y los sistemas para recuperarse y adaptarse a condiciones adversas.

En la presente investigación, se buscará explicar cuatro competencias transversales blandas básicas de los ingenieros para la industria 5.0: aprendizaje continuo, interacción tecnológica,

[1] Profesora de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México en Celaya consuelo.gallardo@itcelaya.edu.mx
[2] Profesora de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México en Celaya teresa.garza@itcelaya.edu.mx
[3] Profesora de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México en Celaya teresa.cano@itcelaya.edu.mx
[4] Profesor de Tiempo Completo del Tecnológico Nacional de México en Celaya eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx

sustentabilidad y bienestar social. Estas competencias fueron elegidas a través de una revisión bibliográfica como a continuación se explica.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para identificar las competencias necesarias para la industria 5.0 fue la revisión bibliográfica. Se utilizó el buscador de google escolar para identificar las competencias blandas que intervienen en la industria 5.0, se filtró por años de publicación tomando en consideración del 2019 al 2024, únicamente se incluyeron en la revisión aquellos artículos de acceso libre a texto completo en bases de datos reconocidas como Elsevier, MDPI, Sage, etc. En total se encontraron 18 artículos disponibles y se hallaron coincidencias en las competencias blandas, en la Tabla 1, se muestran los resultados de la revisión realizada y las coincidencias entre los artículos.

Tabla 1. *Competencias blandas requeridas para la industria 5.0.*

Autor del artículo	Competencias transversales para estudiantes de ingeniería			
	Sustentabilidad/ Sostenibilidad	Interacción con la tecnología	Aprendizaje continuo	Bienestar social
Aheleroff et al. (2022)	Si	Si	No	Si
Akundi et al. (2022)	Si	Si	Si	No
Andres et al. (2022)	No	Si	Si	No
Botti, A., & Baldi (2024)	Si	Si	No	Si
Broo, D. G., Kaynak, O., & Sait, S. M. (2022)	Si	Si	Si	No
Caravannis, & Morawska-Jancelewic (2022)	No	Si	Si	No
Haleem et al (2024)	No	Si	Si	Si
Horvat et al. (2024)	No	Si	Si	No
Ikenga, G. U., & van der Side, P. (2024)	Si	No	No	Si
Maddikunta et al. (2022)	Si	Si	Si	Si
Martini et al. (2022)	Si	Si	Si	Si
Nahavandi, S. (2019)	Si	Si	Si	Si
Nasir et al. (2022)	Si	Si	Si	Si
Pizoń, J., & Gola, A. (2023)	Si	No	No	Si
Poláková et al. (2023)	No	No	Si	Si
Raja Santhi, A., & Muthuswamy, P. (2023)	Si	No	No	No
Reddy et al. (2022)	No	Si	Si	Si

RESULTADOS

Las descripciones sobre los principales hallazgos realizados, en cuanto a las cuatro competencias blandas encontradas son:

Bienestar social

La industria 5.0 busca tanto el bienestar de los trabajadores como del planeta, el uso de tecnologías avanzadas creará productos más personalizados que buscan mayor fidelización del consumidor, según Pizón y Gola (2023) en esta nueva etapa marcada por la relación entre humanos y máquinas, los humanos tendrán mayor énfasis en el cuidado de su salud. Una diferencia importante entre la industria 5.0 y la industria 4.0 de acuerdo a Botti y Baldi (2025), es el uso de las tecnologías enfocadas en una mayor calidad de vida, basadas en las necesidades sociales y el cuidado al medio ambiente, este nuevo enfoque centrado en el ser humano busca que trabajar en equipo con máquinas dé como resultado el bienestar de los trabajadores, clientes y en general a la población, ya que las herramientas tecnológicas al realizar actividades con mayor precisión resarcirán efectos de fatiga y estrés.

La industria 5.0 traerá grandes ventajas para el bienestar en la sociedad, el trabajo realizado por cobots, al ser más eficiente y preciso, generará en las personas tranquilidad al estar ciertos de la producción y la reducción de costos, así como de desechos; Nahavandi (2019) considera que los conflictos personales serán un elemento no presente en las relaciones de trabajo entre hombre-robot y el proceso de aprendizaje también afectará de manera positiva la inversión en capacitación.

Al trabajar con cobots los procesos serán más automatizados y eficientes, por lo que existirán bienes y servicios que provocarán mayor satisfacción y bienestar en la población en general, Aheleroff, Huang y Zhong (2022) afirman que lo que se pretende no es sustituir a los humanos, es lograr que los empleados y los cobots se unan para llegar a resultados más precisos y por ende a crecimiento organizacional que lleve al desarrollo sostenible.

La nueva experiencia de interacción en el trabajo entre hombre y cobots provocará una sensación de satisfacción al ver cómo el trabajo en equipo traerá buenos resultados, la reducción de accidentes laborales, por la realización de tareas que representan riesgo para los trabajadores y que ahora serán asignadas a los cobots. La hiperpersonalización en la industria 5.0 será una estrategia para brindar satisfactores con especificaciones, Reddy et.al. (2021) reflexiona que para ello se empleará la creatividad y el conocimiento humano, los productos deberán contar con el visto bueno de los consumidores y crearan una fidelidad difícil de romper entre productor-consumidor, esto llevará a las empresas a una disminución de productos que no satisfacen completamente a los usuarios, en consecuencia, menor cantidad de desechos.

Parte importante que abonará al bienestar social será la aplicación en medicina de la industria 5.0, la atención inteligente en esa área apoyará a diagnósticos más inmediatos y precisos, de acuerdo con Reddy et.al. (2021) la realización de cirugías de alta precisión podrá ser más exitosas, al ser los cobots aliados de los humanos en estas intervenciones, logrando menor estrés en el personal médico y mayor certidumbre en los pacientes. Los beneficios en términos de bienestar social que promete la industria 5.0 dependerán de las relaciones, educación y participación de las personas, manejar de manera adecuada la gobernanza y la

confianza será determinante para que la toma de decisiones haga rendir frutos en aspectos de sostenibilidad.

Aprendizaje continuo en industria 5.0

El aprendizaje continuo en las organizaciones durante la industria 5.0 es importante debido a las tecnologías avanzadas que se implementan, sobre todo la digitalización y automatización, que requieren personal dispuesto a adquirir nuevos conocimientos para los puestos que se van empleando en el mercado, de acuerdo con Poláková, et.al. (2023). El aprendizaje continuo es una habilidad que permite a los individuos retener conocimientos e ir actualizando sus habilidades, dependiendo del entorno al que se cambie e implementando los avances tecnológicos. Para Gürdür et.al. (2022) los ingenieros deben acceder al aprendizaje continuo y adquirir habilidades dentro de las nuevas tecnologías que se implementen en la industria, esto les permitirá la adaptación rápida y a definir sus roles laborales y mantenerse competitivos.

Por otro lado, Andres et.al. (2022) consideran que, en el sistema educativo, se debe considerar enseñar a los alumnos en la industria 5.0 no solo para aprender, si no para reaprender en caso de alguna interrupción, esto ayudará a adaptarse a cambios constantes que puedan enfrentar en su entorno laboral y profesional, pues la resiliencia está relacionada con el aprendizaje continuo, la cual también es importante pues ayuda para aprender a enfrentar desafíos y el poder adaptarse fácilmente en el mercado laboral.

La industria 5.0 se basa en la IA, el uso de sistemas ciberfísicos cognitivos requiere habilidades avanzadas técnicas y digitales y se hace necesario tener un aprendizaje avanzado para destacar en la industria de la tecnología según Maddikunta et.al (2022). Sin embargo, Carayannis y Morawska (2022) consideran además que, las habilidades prácticas y sociales son fundamentales, por ello los estudiantes deben de aprender y desarrollar las diferentes competencias que les permitan enfrentarse a los cambios que pueden llegar a ocurrir.

Habilidades como aprender a trabajar no solo de manera individual sino colaborativa, tener la capacidad de analizar e inteligencia social y estar preparados para trabajar en entornos dinámicos y culturalmente diversos, incluyendo la interacción humano-máquina. De esta manera pueden colaborar de manera eficiente con los robots, aprovechando las capacidades tecnológicas para lograr el objetivo que se tiene en la industria, de acuerdo con Reddy et.al (2022).

Interacción con la tecnología

La industria 5.0 busca equilibrar la automatización y la intervención humana, promoviendo un enfoque centrado en el humano, utiliza tecnologías como inteligencia artificial (IA), sensores avanzados y conectividad digital para fomentar una colaboración eficiente entre humanos y máquinas, con un enfoque en sostenibilidad, personalización y resiliencia. Las tecnologías en la Educación 5.0 son vistas como habilitadoras para añadir valor al proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo la colaboración humano-tecnología, aumentan la efectividad educativa y contribuyen al desarrollo de estudiantes resilientes y sostenibles (Andres et al., 2022).

El Internet de las cosas (IoT) y Big Data son pilares fundamentales de la industria 5.0, permitiendo la recopilación de datos en tiempo real, análisis avanzado y una mejor toma de decisiones (Akundi et al., 2022: Aheleroff et al., 2022). Estas herramientas conectan dispositivos inteligentes para crear ecosistemas de manufactura eficientes y adaptables, además de que son esenciales para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y personalización que propone la industria 5.0 (Nasir et al., 2022; Horvat, Jäger y Lerch, 2024).

Por otra parte, las instituciones GLAM (Galerías, Bibliotecas, Archivos y Museos) adoptan tecnologías digitales como plataformas interactivas, aplicaciones móviles y sistemas de reservas en línea para optimizar procesos operativos y mejorar la experiencia de los visitantes, permitiendo una mayor accesibilidad y personalización en la interacción con el patrimonio cultural. La gestión del conocimiento en las instituciones GLAM utiliza tecnologías digitales para capturar, almacenar y compartir datos sobre colecciones, investigación y visitantes, estas herramientas incluyen sistemas de análisis de datos y plataformas colaborativas, lo que facilita la preservación y difusión del patrimonio cultural (Botti y Baldi, 2025).

Ahora bien, el internet de la personalización de productos (IoP2) integra tecnologías como IoT y Blockchain para recopilar y procesar datos exclusivos que permiten la creación de experiencias personalizadas, esto incluye la producción de bienes personalizados que responden a las expectativas individuales de los clientes (Aheleroff et al., 2022). Los modelos de innovación de cuátruple y quíntuple hélice (Q2HM) integran perspectivas sociales, ambientales y económicas en los procesos de innovación, enfatizan la interacción entre tecnología y sociedad, promoviendo soluciones sostenibles mediante la colaboración entre actores como universidades, empresas y ciudadanos; en este contexto, las tecnologías avanzadas permiten nuevas formas de creación y difusión del conocimiento.

Las innovaciones sociales digitales combinan herramientas tecnológicas con objetivos sociales, como la mejora de la sostenibilidad y la inclusión, estas innovaciones utilizan tecnologías como IA y plataformas digitales para abordar necesidades específicas, fomentar la cooperación entre sectores y crear nuevas soluciones para problemas sociales (Haleem, Javaid y Singh, 2024; Carayannis y Morawska-Jancelewicz, 2022).

Nahavandi (2019), señala que los cobots trabajan junto a los humanos como asistentes inteligentes; equipados con sensores y capacidades de aprendizaje profundo, los cobots observan, predicen intenciones humanas y actúan para apoyar tareas específicas en tiempo real. Esta colaboración mejora la eficiencia del proceso y la experiencia del operador humano. Los gemelos digitales (GT) actúan como modelos virtuales que simulan procesos físicos para analizar datos, reducen riesgos y optimizan operaciones, los sensores en red permiten la recopilación de datos en tiempo real, facilitando una personalización sin precedentes en los procesos de manufactura.

El entrenamiento virtual utiliza entornos simulados para capacitar a los operadores sin riesgos físicos, las tecnologías hápticas replican la sensación táctil, mejorando la precisión y la efectividad en escenarios de aprendizaje y trabajo colaborativo. Las interfaces cerebro-máquina permiten a los operadores controlar sistemas robóticos mediante señales neuronales capturadas por dispositivos como espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIRS).

Estas tecnologías mejoran la interacción humano-tecnología, permitiendo diagnósticos remotos y procedimientos asistidos por robots.

La Inteligencia Artificial Centrada en el Humano (HCAI) prioriza las necesidades, valores y perspectivas humanas, integrando a los usuarios en el diseño y desarrollo de sistemas de IA, esto promueve la interacción humano-máquina intuitiva, reduciendo la brecha entre ambos para mejorar la calidad de vida a través de eficiencia, accesibilidad, seguridad y sostenibilidad. La manufactura aditiva (AM) habilitada por la IA, facilita la personalización y la optimización de procesos, la IA evalúa datos en tiempo real para predecir los defectos, ajustar parámetros y garantizar altos estándares de calidad en productos personalizados.

En la fase de diseño la IA analiza datos históricos y en tiempo real logra identificar patrones, optimizar configuraciones y simular cambios antes de su implementación, en el área de producción, la interacción humano-máquina se ve potenciada mediante tecnologías como gemelos digitales (DT) y realidad aumentada (AR), mejorando la percepción y capacidad de decisión de los operadores. La integración de la IA con redes 5G/6G, permite una colaboración humano-máquina en tiempo real con baja latencia y alta confiabilidad; estas redes aseguran una comunicación eficiente entre dispositivos, optimizando procesos y mejorando la seguridad en entornos industriales (Martini, Bellisario y Coletti, 2024).

Además, Gürdür, Kaynak y Sait (2022) indican que la ingeniería debería abarcar módulos/ clases que promuevan la interacción entre humanos y máquinas/ robots/ computadoras para que los estudiantes puedan tener una comprensión más profunda de cómo utilizar sistemas inteligentes de manera colaborativa e inculcando una relación de aprendizaje bidireccional entre humanos y máquinas. Algo que es importante y destacable es que los ingenieros deberían tomar cursos de fluidez en datos y gestión de información para poder manejar eficientemente grandes cantidades de datos los cuales en ocasiones son diversos y complejos. Estos cursos abarcan áreas como estadística aplicada, práctica y visualización de datos que son fundamentales para interactuar de manera efectiva tanto en entornos de aprendizaje automático como ético.

Los sistemas cyber-físicos son creaciones de la Industria 5.0 que integran tecnologías como sensores avanzados, conectividad 5G y análisis de datos para promover un nivel elevado de autonomía e interacción entre humanos y máquinas en la creación de soluciones duraderas y adaptables.

Sustentabilidad

En la industria 5.0 se integrarán las habilidades humanas con las capacidades avanzadas de la robótica y la inteligencia artificial, de forma que se promueve la colaboración y el trabajo en equipo entre humanos y las máquinas, lo anterior para optimizar los procesos de producción y al mismo tiempo fomentar un entorno de producción más sostenible y humano. La sostenibilidad y la economía circular son pilares fundamentales de la industria 5.0, ya que la sostenibilidad además de referirse a la preservación de recursos naturales y la reducción de emisiones de carbono también habla de la estabilidad social, la reducción de desechos y el consumo energético en los procesos productivos.

Es destacable la importancia de la economía circular mediante la forma de reducir el impacto ambiental, promoviendo la reutilización de recursos y la regeneración de sistemas naturales, además de que busca mantener los productos y los materiales en uso el mayor tiempo posible (Ikenga, y Van der Sijde, 2024), estos elementos deberán incluirse en el curriculum de los estudiantes de ingeniería para cumplir con los retos planteados por la industria 5.0 de manera ética y responsable.

La sostenibilidad social como parte de una necesidad de integración al enfoque de la industria 5.0, se considera fundamental ya que aborda los desafíos contemporáneos, como el cambio climático y la degradación de ecosistemas, de forma que se busca proponer un enfoque integrado, que reconozca la interconexión entre los pilares de la sostenibilidad para plantear dicha sostenibilidad social de manera holística, ya que ninguna de las perspectivas por sí solas son suficientes para lograrla. Por lo que se necesita una combinación de todas ellas para crear sistemas sociales que sean verdaderamente sostenibles, de forma que este enfoque integrado se alinee con los principios de la economía circular y busque crear sistemas cerrados donde los recursos se reutilizan y reciclan de manera continua. Dicho lo anterior, se definen los siguientes enfoques (Pizoń y Gola, 2023):

1. Enfoque de bienestar humano: se centra en mejorar la calidad de vida de las personas, al mismo tiempo que asegura que todos tengan acceso a recursos básicos como educación, salud y vivienda. Además de que la sostenibilidad social implica crear condiciones que permitan a las personas vivir vidas dignas y satisfactorias.
2. Enfoque de justicia social: la sostenibilidad social se interpreta como la equidad y la justicia, es decir, se trata de garantizar que los beneficios y las cargas de las políticas, así como las prácticas sostenibles, se distribuyan de manera justa entre las comunidades especialmente aquellas que históricamente han sido marginadas.
3. Enfoque de participación comunitaria: se destaca la importancia de la participación de las comunidades en la toma de decisiones que afectan sus vidas, ya que la sostenibilidad social requiere que las comunidades cuenten con voz y poder en los procesos que determinan su futuro.
4. Enfoque de resiliencia social: se trata de la capacidad de las comunidades para adaptarse y recuperarse de crisis o de cambios, por lo que se resalta la necesidad de fortalecer las redes sociales, además de los sistemas de apoyo, para que las comunidades puedan enfrentar desafíos como desastres naturales o crisis económicas.
5. Enfoque de capital social: se concentra principalmente en las relaciones y en las redes sociales que facilitan la cooperación, así como la cohesión dentro de las comunidades, ya que la sustentabilidad social implica contribuir y mantener estas relaciones, para fomentar la colaboración y el apoyo mutuo.

CONCLUSIONES

Considerando lo anterior, las universidades deben generar en los estudiantes competencias blandas y técnicas relacionadas con la sostenibilidad, que sean esenciales para manejar las nuevas tecnologías y los procesos industriales de la industria 5.0, así como la interacción con la tecnología que esta industria demanda. Por tanto, los programas educativos deben incluir competencias como la adaptabilidad, el pensamiento crítico y la colaboración; las políticas educativas deben fomentar dichas competencias desde una edad temprana, de manera que estén preparando a los individuos para poder formar parte de un entorno laboral en constante cambio.

Algunas de las competencias blandas esenciales mencionadas son: la inteligencia emocional, la empatía, el pensamiento crítico y analítico, la resolución de problemas, las habilidades de comunicación y colaboración, y la flexibilidad y creatividad, esto ayudará a adoptar el aprendizaje continuo y buscar siempre condiciones de bienestar social, preparándose para la interacción humano-robots, reconociendo esta relación como positiva para el desarrollo de la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

Andres, B., Sempere-Ripoll, F., Esteso, A., & Alemany Díaz, M. D. M. (2022). Mapping between industry 5.0 and education 5.0. EDULEARN Proceedings (Internet), 2921-2926. http://dx.doi.org/10.21125/edulearn.2022.0739

Aheleroff, S., Huang, H., Xu, X., & Zhong, R. Y. (2022). Toward sustainability and resilience with Industry 4.0 and Industry 5.0. Frontiers in Manufacturing Technology. 2: 951643. https://doi.org/10.3389/fmtec.2022.951643

Akundi, A., Euresti, D., Luna, S., Ankobiah, W., Lopes, A., & Edinbarough, I. (2022). State of Industry 5.0—Analysis and Identification of Current Research Trends. Applied System Innovation, 5(27): 1-14. https://doi.org/10.3390/asi5010027

Andres, B., Sempere, F., Esteso, A., & Alemany, M. M. E. (July 2022). Mapping between industry 5.0 and education 5.0. 14th International Conference on Education and New Learning Technologies. Palma, Mallorca, Spain. pp. 2921-2926. https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.0739

Botti, A., & Baldi, G. (2025). Business model innovation and Industry 5.0: a possible integration in GLAM institutions. European Journal of Innovation Management, 28(1): 27-49. https://doi.org/10.1108/EJIM-09-2023-0825

Broo, D. G., Kaynak, O., & Sait, S. M. (2022). Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. Journal of Industrial Information Integration, 25, 100311. https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100311

Carayannis, E. G., & Morawska-Jancelewicz, J. (2022). The Futures of Europe: Society 5.0 and Industry 5.0 as Driving Forces of Future Universities. Journal of the Knowledge Economy, 13: 3445–3471. https://doi.org/10.1007/s13132-021-00854-2

Gürdür, B. D., Kaynak, O., & Sait, S. M. (2022). Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. Journal of Industrial Information Integration, 25: 100311. https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100311

Haleem, A., Javaid, M., & Singh, R. P. (2024). Perspective of leadership 4.0 in the era of fourth industrial revolution: A comprehensive view. Journal of Industrial Safety, 1(1): 100006. https://doi.org/10.1016/j.jinse.2024.100006

Horvat, D., Jäger, A., & Lerch, C. M. (2024). Fostering innovation by complementing human competences and emerging technologies: an industry 5.0 perspective. International Journal of Production Research, 1–24. https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2372009

Ikenga, G. U., & van der Sijde, P. (2024). Twenty-first century competencies; about competencies for industry 5.0 and the opportunities for emerging economies. Sustainability, 16(16), 7166. https://doi.org/10.3390/su16167166

Maddikunta, P. K. R., Pham, Q. V., Prabadevi, B., Deepa, N., Dev, K., Gadekallu, T. R., Ruby, R. & Liyanage, M. (2022). Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications. Journal of industrial information integration, 26, 100257. https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257

Martini, B., Bellisario, D., & Coletti, P. (2024). Human-Centered and Sustainable Artificial Intelligence in Industry 5.0: Challenges and Perspectives. Sustainability, 16(13): 5448. https://doi.org/10.3390/su16135448

Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A Human-Centric Solution. Sustainability, 11(16): 4371. https://doi.org/10.3390/su11164371

Nasir, A., Zakaria, N., & Zien, Y. R. (2022). The influence of transformational leadership on organizational sustainability in the context of industry 4.0: Mediating role of innovative performance. Cogent Business & Management, 9(1): 2105575. https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2105575

Pizoń, J., & Gola, A. (2023). Human–machine relationship—perspective and future roadmap for industry 5.0 solutions. Machines, 11(2), 203. https://doi.org/10.3390/machines11020203

Poláková, M., Suleimanová, J. H., Madzík, P., Copuš, L., Molnárová, I., & Polednová, J. (2023). Soft skills and their importance in the labour market under the conditions of Industry 5.0. Heliyon, 9(8). http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18670

Raja Santhi, A., & Muthuswamy, P. (2023). Industry 5.0 or industry 4.0 S? Introduction to industry 4.0 and a peek into the prospective industry 5.0 technologies. International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 17(2), 947-979. http://dx.doi.org/10.1007/s12008-023-01217-8

Reddy, Praveen y Pham, Viet y B, Prabadevi y Deepa, N. y Dev, Kapal y Gadekallu, Thippa y Ruby, Rukhsana y Liyanage, Madhusanka. (2021). Industry 5.0: A Survey on Enabling Technologies and Potential Applications. Journal of Industrial Information Integration. 26. https://doi.org/10.1016/j.jii.2021.100257

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA COMO RETO PARA FORTALECER LA LABOR DOCENTE

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A CHALLENGE TO STRENGTHEN TEACHING WORK

L. R. Esquivel Chávez[1]
C. Ruiz Flores[2]
L. S. Rodríguez Zambada[3]
O. R. Batista Gaxiola[4]

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) ha experimentado un crecimiento exponencial en la última década, convirtiéndose en una tecnología disruptiva con aplicaciones en múltiples sectores. En particular, ha sido el desarrollo de la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen), de la mano de Chat Gpt y Dall-E (OpenAI), Copilot (Microsoft), Bard que ahora se llama Gemini (Google), entre otros, que permitan crear contenido nuevo y realista, los que están transformando rápidamente el panorama de la educación superior (Dans, 2024; Bryson, 2018; Bryson y Theodorou, 2019). Los docentes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales (ISC) del Instituto Tecnológico de Mexicali (ITM), implementan diferentes actividades, por lo tanto los estudiante resuelven problemas, crean contenido, son presentadas, pero con exactitud no sé conoce si las ideas son propias o si las elaboran con alguna herramienta de la IAGen, son desafíos que se enfrentan los docentes en el proceso educativo, como propósito de la investigación para obtener la información se encuestaron a 20 docentes de la carrera mencionada, algunas preguntas son, que tan familiarizados están con el concepto de la IAGen, requieren capacitación, la forma de recibirla, beneficios, indicadores, recursos, el análisis indica grandes oportunidades y desafíos que los docentes están dispuestos a incorporar para fortalecer el proceso enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has experienced exponential growth in the last decade, becoming a disruptech with applications in multiple sectors. In particular, it has been the development of Generative Artificial Intelligence (IAGen), by Chat Gpt and Dall-E (OpenAI), Copilot (Microsoft), Bard now called Gemini (Google), among others, that allow the creation of new and realistic content, that are rapidly transforming the landscape of higher education (Dans, 2024; Bryson, 2018; Bryson and Theodorou, 2019). The professors of the Computer Systems Engineering (ISC) career of the Technological Institute of Mexicali (ITM), implement different activities, therefore the students solve problems, create content, are presented, but exactly I do not know if the ideas are their own or if they elaborate them with some tool of the IAGen, are challenges faced by the teachers in the educational process, as the purpose of the research to obtain the information they were surveyed to 20 teachers of the aforementioned career, some questions are, how familiar they are with the concept of the IAGen, require training, how to receive it, benefits, indicators, resources, the analysis indicates great opportunities and challenges that teachers are willing to incorporate to strengthen the teaching-learning process.

ANTECEDENTES

Planteamiento del problema

La investigación con el título la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) como reto para fortalecer la labor docente, en la formación de ingenieros del ITM, la adopción e innovación

[1] Profesora de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Mexicali. esquivelchavezl@itmexicali.edu.mx
[2] Profesora de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Mexicali. carolinaruiz@itmexicali.edu.mx
[3] Profesor de medio tiempo y asignatura. Instituto Tecnológico de Mexicali. lzambada@itmexicali.edu.mx
[4] Profesor de medio tiempo. Instituto Tecnológico de Mexicali. rbatista@itmexicali.edu.mx

de la herramienta para desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, enseñar a evaluar y analizar la información generada.

La implementación de esta tecnología también enfrenta obstáculos, como la resistencia al cambio por parte del profesorado y preocupaciones sobre la privacidad y la equidad (Zhai et al., 2021; Bryson, 2015).

Sin embargo, los docentes deben adquirir los conocimientos de la IAGen, para maximizar el uso adecuado, la automatización de tareas, analítica de datos, identificación de necesidades especiales, un aprendizaje adaptativo, la herramienta no reemplaza a los educadores humanos, es útil para complementar y mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Objetivo general

Identificar cuáles son los retos que se enfrentan los docentes de la carrera de ISC con la herramienta de la IAGen en proceso de enseñanza aprendizaje.

Objetivos específicos

- Analizar el conocimiento de la IAGen por los docentes de la carrera de ISC.
- Describir los retos para reforzar la labor docente con la herramienta de la IAGen.
- Evaluar la herramienta de la IAGen para aprovechar los beneficios en el aula, en cuanto a una retroalimentación más rápida y personalizada para los estudiantes de la carrera ISC.

Preguntas de investigación

1. ¿Qué tan familiarizados están los docentes de la carrera ISC, con el concepto de la IAGen?
2. ¿Cuál es el porcentaje de los docentes de la carrera de ISC, que están interesados en recibir capacitación en el uso de la IAGen?
3. ¿Qué puede ayudar a los docentes de la carrera de ISC, a navegar con los desafíos de la IAGen, para enriquecer el aprendizaje en los estudiantes?

Justificación

Integrar las tecnologías en la educación presenta grandes beneficios para el aprendizaje de los estudiantes, aunque, sin embargo, en el actual contexto de la revolución tecnológica existen cualidades humanas que todavía no pueden ser reproducidas por la IA como la creatividad, la capacidad de reproducir nuevas ideas o la capacidad de improvisar y evolucionar constantemente. El propósito es aportar con los resultados obtenidos de la investigación que se realizó a los docentes de la carrera de ISC, existen varios desafíos tales como capacitación, calidad y precisión de la información, la ética y sesgos, evaluación del aprendizaje, son de gran importancia para maximizar el potencial de la IAGen en la educación y garantizar que se utilice de manera efectiva y ética. El propósito de la investigación es indagar ¿Cuáles son los desafíos de la IAGen en la labor docente en el ITM?

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en el ITM, la población es de 30 docentes de la carrera de ISC, la muestra representativa por 20 docentes se llevó a cabo durante el semestre 2024-2. Se fundamenta en una metodología cuantitativa, tipo descriptivo, para la recolección de datos se diseñó un formulario autoadministrado por Google drive consta de 16 preguntas, el cual

fue enviado por correo, la primera sección son datos generales, la segunda sección el conocimiento sobre la IAGen, este apartado genera información para realizar el análisis completo de la investigación y el logro de los objetivos propuestos, por lo tanto se requiere procesarla y mostrar los datos estadísticos, a través del software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), herramienta muy valiosa para la gestión de datos, creación de gráficos y reportes, de manera fácil y eficiente.

RESULTADOS

Enseguida se muestran los datos obtenidos de los docentes encuestados como producto de esta investigación.

La Tabla 1, muestra el género de los docentes encuestados, el 65% son hombres y el 35% son mujeres, predominan el género masculino ya que es una Institución que ofrece mayormente ingenierías.

Tabla 1. *Género de los encuestados.*

Género	Frecuencia	%
Masculino	13	65
Femenino	7	35
Total	20	100

La Tabla 2, muestra que el 35 % de los docentes se encuentran en el rango de 31 a 40 años de servicio y 30% en el rango de 11 a 20 años de servicio, varios años de servicio no es impedimento para que los docentes se actualicen en el uso de las herramientas actuales.

Tabla 2. *Años de servicio*.

Años de servicio	Frecuencia	%
11 a 20	6	30
21 a 30	4	20
31 a 40	7	35
41 a 50	3	15
Total	20	100

La Tabla 3, Indica con 40%, que los docentes están algo familiarizados, con el concepto de IAGen, y con 35%, un poco familiarizado, no se observa en la tabla la opción extremadamente familiarizada, lo que indica que ningún docente logra este nivel.

Tabla 3. *Nivel de familiarizado con IAGen.*

Familiarizado con IAGen	Frecuencia	%
No estoy del todo familiarizado	1	5
Un poco familiarizado	7	35
Algo familiarizado	8	40
Moderadamente familiarizado	4	20
Total	20	100

La tabla 4, muestra un 100%, que los docentes de la carrera de ISC requieren definitivamente capacitación del uso de la herramienta IAGen, un dato muy interesante para la investigación.

Tabla 4. *Capacitación herramienta IAGen.*

Capacitación	Frecuencia	%
Si, definitivamente	20	100

La Tabla 5, indica con 59%, por talleres presenciales sean capacitados los docentes de la carrera de ISC, con 19% cursos en línea, dos opciones importantes para lograr la formación docente.

Tabla 5. *Formato de capacitación***.**

Formato de capacitación	Frecuencia	%
Talleres presenciales	16	59
Cursos en línea	5	19
Tutoriales y recursos autoguardados (Mooc)	3	11
Asesoría personalizada	3	11

La Tabla 6, se observa que la herramienta IAGen podría cambiar el rol del docente, facilitando la creación de material didáctico con un 40%, e incrementar la personalización del aprendizaje de los estudiantes con un 37%, estos cambios son relevantes para la investigación.

Tabla 6. *La IAGen podría cambiar el papel del docente.*

IAGen, los cambios	Frecuencia	%
Incrementando la personalización de aprendizaje del estudiante	15	37
Automatizando tareas administrativas como reportes, estadísticas, etc.	9	2
Facilitando la creación de material didáctico	16	40

La Tabla 7, muestra un 55%, con la falta de formación adecuada de los docentes, una mayor preocupación no contar con capacitación adecuada de las tecnologías emergentes ya que afecta la calidad en la formación de los futuros ingenieros.

Tabla 7. *Preocupación de las tecnologías emergentes.*

Preocupaciones	Frecuencia	%
Desigualdad en el acceso a la tecnología de los docentes	4	14
Dependencia excesiva de las herramientas tecnológicas	9	31
Falta de formación adecuada de los docentes	16	55

La Tabla 8, indica con 55%, mejorando la calidad del material educativo, el 40% facilitando la evaluación y retroalimentación, ambas opciones son parte el proceso de enseñanza-aprendizaje, como una mejora continua y si se logra con la IAGen es un gran reto para los docentes de la carrera de ISC.

Tabla 8. *IAGen mejora el proceso enseñanza-aprendizaje.*

IAGen mejora el proceso enseñanza-aprendizaje	Frecuencia	%
Aumentando la personalización del aprendizaje	1	5
Mejorando la calidad del material educativo	11	55
Facilitando la evaluación y retroalimentación	8	40
Total	20	100

La Tabla 9, el 43% de los docentes de la carrera de ISC, indican que al integrar la herramienta de la IAGen en las estrategias de enseñanza se obtiene el beneficio del aumento del interés y motivación de los estudiantes.

Tabla 9. *Beneficios de la IAGen***.**

Beneficios de la IAGen	Frecuencia	%
Aumento del interés y motivación de los estudiantes	13	43
Mejor gestión del tiempo y recursos	8	27
Personalización del aprendizaje para estudiantes con diferentes necesidades	9	30

La Tabla 10, indica con 40%, la resistencia al cambio por parte de los docentes o estudiantes, con 35% complejidad técnica y formación necesaria, son los desafíos que pueden enfrentar los docentes al incorporar la IAGen en el proceso educativo.

Tabla 10. *Desafíos de la IAGen en el proceso educativo.*

Desafíos de la IAGen	Frecuencia	%
Complejidad técnica y formación necesaria	7	35
Resistencia al cambio por parte de docentes o estudiantes	8	40
Limitaciones en la infraestructura tecnológica	4	20
Otros (especificar)	1	5
Total	20	100

La Tabla 11**,** se observa con 52%, que los docentes de la carrera ISC, para integrar la IAGen requieren el recurso de la capacitación especifica y continua, de esa manera maximiza los beneficios en la metodología de la enseñanza.

Tabla 11. *Recursos para integrar la IAGen.*

Recursos para integrar la IAGen	Frecuencia	%
Capacitación específica y continua	17	52
Herramientas y software accesibles	9	27
Apoyo institucional y colaborativo	7	21

La Tabla 12, indica con 60%, la tasa de aprobación y retención de conocimientos es uno de los indicadores que se ocupa para medir el impacto de la IAGen en la educación, sería interesante realizar una investigación para ver indicadores en planeación dentro de la Institución.

Tabla 12. *Indicadores para medir impacto IAGen.*

Indicadores para medir impacto IAGen	Frecuencia	%
Tasa de aprobación y retención de conocimientos	12	60
Nivel de participación y compromiso de los estudiantes	5	25
Calidad y diversidad del material educativo generado	3	15
Total	20	100

La Tabla 13, indica que ya no existe esa resistencia al cambio por parte de los docentes, hay una relación del 6% con el desafío en cuanto a la complejidad y formación necesaria, son retos que ayudaran a ir mejorando la calidad del material educativo, entre otros más para el beneficio de los estudiantes e Institución.

Tabla 13. *desafíos y la mejora en proceso enseñanza aprendizaje con la IAGen.*

	Aumentando la personalización del aprendizaje	Mejorando la calidad del material educativo	Facilitando la evaluación y retroalimentación
Complejidad técnica y formación necesaria	0	6	1
Resistencia al cambio por parte de docentes o estudiantes	1	3	4
Limitaciones en la infraestructura tecnológica	0	1	3
Otros (especificar)	0	1	0

La Tabla 14, muestra con 12%, que facilitando la creación de material didáctico en relación con un beneficio el aumento del interés y motivación de los estudiantes, se logran grandes beneficios y se minimizan los desafíos con el uso e integración de la herramienta IAGen.

Tabla 14. *Cambiar el rol del docente y beneficios con al IAGen.*

	Aumento del interés y motivación de los estudiantes	Mejor gestión del tiempo y recursos	Personalización del aprendizaje para estudiantes con diferentes necesidades
Incrementando la personalización del aprendizaje del estudiante	9	6	7
Automatizando tareas administrativas como reportes, estadísticas, etc.	6	6	4
Facilitando la creación de material didáctico	12	7	6

CONCLUSIONES

Se obtuvieron datos interesantes y relevantes de la investigación realizada, el 100 % de los docentes encuestados de la carrera de la ISC, están interesados definitivamente en recibir capacitación de la IAGen, por medio de talleres presenciales y de forma continua, de esa manera lograr los beneficios como facilitar la creación de material didáctico con un 40%, e incrementado la personalización de aprendizaje de los estudiantes con un 37%. Cabe mencionar en una investigación realizada por Castillón, Ibáñez, Medina y Rodríguez (2024, p. 7) “este estudio no solo demuestra la capacidad de la IAG para enriquecer las prácticas educativas y de investigación sino también subraya la urgencia de actualizar los currículos y métodos de enseñanza para preparar a los futuros ingenieros para la era digital”. Que permita maximizar los beneficios y minimizar los desafíos que enfrentan los docentes ante la IAGen.

BIBLIOGRAFÍA

Bryson, J. (2015). Artificial intelligence and pro-social behaviour. In C. Misselhorn (Ed.), *Collective agency and cooperation in natural and artificial systems* (pp. 281–306). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-15515-9_15

Bryson, J. (2018). La última década y el futuro del impacto de la IA en la sociedad. En BBVA (Ed.), *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente* (pp. 127–159). Turner/BBVA. (Libro completo disponible en línea).

Bryson, J., & Theodorou, A. (2019). How society can maintain human-centric artificial intelligence. In M. Toivonen & E. Saari (Eds.), *Human-centered digitalization and services* (pp. 305–323). Springer. https://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1291282

Dans, E. (2024, 11 de julio). China y el interesantísimo proceso de adopción de la inteligencia artificial generativa. *EnriqueDans.com*. https://www.enriquedans.com/2024/07/china-y-el-interesantisimo-proceso-de-adopcion-de-la-inteligencia-artificial-generativa.html

Medina Aguirre, J. C., Rodríguez Loo, R. M., Ibañez Acevedo, Y. A., & Castillón Barraza, A. (2024, 6 de junio). *Estrategias de docencia e investigación aumentadas por IAG para la formación de ingenieros del futuro* [Resumen]. LI Conferencia Nacional de Ingeniería, Sala 5 (ANFEI). https://www.anfei.mx/cni2024/sesiones-de-ponencias/sala-5/resumen/7/

Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenič, A., Spector, M., Liu, J., Yuan, J., & Li, Y. (2021). A review of artificial intelligence (AI) in education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021, 8812542. https://doi.org/10.1155/2021/8812542

HABILITACIÓN LABORATORIO "INDUSTRIA INTELIGENTE": CASO APLICACIÓN PARA PROYECTOS INTEGRADORES EN LA MEDICIÓN DE ATRIBUTOS EDUCACIONALES

ACTIVATION "SMART INDUSTRY" LABORATORY: CASE APPLICATION FOR INTEGRATIVE PROJECTS IN THE MEASUREMENT OF EDUCATIONAL ATTRIBUTES

R. J. Villa Medina[1]
M. A. Elías González Vásquez[2]
F. Rodriguez Soto[3]

RESUMEN

La transformación tecnológica impulsada por la globalización y la Industria 4.0 ha generado nuevos requerimientos en la formación de ingenieros, destacando la necesidad de evaluar competencias en entornos industriales inteligentes. En este contexto, el Consejo de Acreditación de Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) orienta su marco de referencia 2025 a la evaluación de atributos de egreso mediante actividades que integren competencias aplicadas en problemas y Actividades de ingeniería complejos (WP y EA). Este estudio presenta la habilitación de un Laboratorio de Industria Inteligente en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea, donde los estudiantes desarrollan actividades de ingeniería complejas, integrando Instrumentos avanzados. Al mismo tiempo este estudio muestra una alternativa para la evaluación de los atributos de egreso, por medio de proyectos integradores, como medio para evaluación de competencias para la industria emergente.

ABSTRACT

The technological transformation driven by globalization and Industry 4.0 has generated new requirements in the training of engineers, highlighting the need to assess competencies in smart industrial environments. In this context, Engineering Education Accreditation Council (CACEI) orients its 2025 reference framework to the evaluation of graduate attributes through activities that integrate applied competencies in complex engineering problems and activities (WP and EA). This study presents the enabling of a Smart Industry Laboratory at the Cananea Higher Technological Institute, where students develop complex engineering activities, integrating advanced instruments. At the same time, this study shows an alternative for the evaluation of graduate attributes, through integrative projects, as a means of evaluating competencies for the emerging industry.

ANTECEDENTES

Planteamiento del Problema

La competencia tecnológica en las disciplinas Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matematicas (STEM) depende de actividades prácticas que fortalecen la formación y el pensamiento crítico (Palacios et al., 2022), En un mundo globalizado, la industria demanda ingenieros con formación validada internacionalmente. La acreditación de los programas educativos (PE) bajo estándares como los del CACEI muestra una alternativa para garantizar la calidad y facilitar el reconocimiento de estudios en otros países, promoviendo la movilidad profesional de los egresados.

[1] Coordinador de Ingeniería Electromecánica, ramon.villa@cananea.tecnm.mx
[2] PTC del ITS de Cananea. martin.eliasgonzalez@cananea.tecnm.mx
[3] PTC del ITS de Cananea. francisco.rodriguez@cananea.tecnm.mx

El reto de la acreditación de los programas educativos (PE) exige desarrollar estrategias que fortalezcan la formación de los estudiantes en entornos prácticos avanzados. En este sentido, el proceso de evaluación de las competencias que se desarrollan en la formación profesional requiere de herramientas y métodos de evaluación que sean congruentes con las necesidades de la industria. Por lo tanto, los laboratorios especializados se convierten en espacios esenciales para la adquisición de competencias alineadas con los requerimientos de las industrias inteligentes. Su modernización y adecuación a estándares internacionales es clave para que los egresados puedan desempeñarse en sectores estratégicos y responder a las nuevas demandas del mercado global. (CACEI, 2024).

La industria competitiva renueva constantemente su tecnología, dejando equipos recientes en desuso que aún pueden utilizarse en la enseñanza. Esta práctica es común en la Industria Maquiladora y Minera, donde la rotación tecnológica es frecuente. Integrar estos equipos en laboratorios fortalece la formación práctica de los estudiantes, alineando su aprendizaje con las necesidades del sector productivo y preparándolos para enfrentar actividades de ingeniería en el aula.

Para abordar esta problemática, el presente estudio propone la habilitación de un Laboratorio de Industria Inteligente (SI) en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC), considerando los recursos disponibles para su implementación. Este espacio permitirá desarrollar y evaluar competencias clave mediante la integración de tecnologías avanzadas en automatización, manufactura y control industrial. Con ello, se busca fortalecer la formación de ingenieros y garantizar una evaluación objetiva del desempeño estudiantil en la resolución de problemas de ingeniería complejos, asegurando que los egresados cumplan con los estándares de calidad exigidos por el sector productivo y los procesos de acreditación.

El proyecto tiene como objetivo principal el diseño, integración y habilitación de un Laboratorio de Automatización y Control (AC) con instrumentos, no los de última generación, pero sí de modelos recientes, obtenidos a través de donaciones. Este espacio busca desarrollar y evaluar competencias en AC, alineadas con los Atributos de Egreso (AE) y estándares del CACEI, respondiendo a las demandas del sector productivo en áreas como Industria 4.0. Además, se pretende fomentar la investigación y vinculación con la industria, permitiendo el desarrollo de proyectos aplicados en manufactura y control de procesos, promoviendo la transferencia de tecnología y soluciones innovadoras.

Para garantizar una formación estructurada y progresiva, el laboratorio contará con prácticas escalables, desde niveles básicos hasta avanzados, alineadas con los nuevos Criterios de Desempeño del CACEI. Asimismo, se implementará un sistema de evaluación basado en proyectos integradores, con el propósito de medir su impacto en el desarrollo de competencias de los estudiantes y su alineación con los AE. Esto permitirá identificar oportunidades de mejora y asegurar la efectividad del laboratorio en la formación de ingenieros altamente capacitados para el sector productivo. Para establecer una ruta clara para el logro de estos objetivos, se diseñó la Tabla 1.

Tabla 1. *Preguntas de investigación y estrategia de respuesta.*

Preguntas de Investigación	*Estrategia de respuesta*
¿Cómo puede un laboratorio de automatización mejorar la formación práctica de los estudiantes?	Implementación piloto de un laboratorio con herramientas de simulación y manufactura digital, seguido de una evaluación del aprendizaje.
¿Cómo influye la integración de tecnologías de la Industria 4.0 en el cumplimiento de los Atributos de Egreso definidos por CACEI en programas de ingeniería acreditados?	-Análisis de casos de éxito en universidades que han implementado laboratorios inteligentes, a partir de literatura científica reciente. -Encuestas a docentes y estudiantes sobre el impacto de estas tecnologías en su aprendizaje (alineado con AE). -Revisión de guías de prácticas en programas acreditados para detectar tecnologías emergentes integradas.
¿Cuál es el impacto de los laboratorios especializados en la formación de estudiantes de ingeniería?	-Aplicación de encuestas y entrevistas a docentes y estudiantes de ingeniería para evaluar la percepción y beneficios de estos entornos de aprendizaje. -Histórico de medición de Atributos de Egreso.

METODOLOGÍA

Según (Medina-Cruz et al., 2024), el uso de metodologías activas y el aprendizaje basado en proyectos que integran herramientas de la Industria 4.0 son estrategias clave para la formación de ingenieros con habilidades alineadas a las exigencias del mercado laboral.

En un estudio reciente, (González-Suárez Paula et al., 2024) destacan la necesidad de flexibilizar la educación en ingeniería a través del uso de laboratorios remotos, los cuales ofrecen acceso a entornos de aprendizaje avanzados sin restricciones geográficas. De manera similar, (Leal-Rendon et al., 2025) analizan el impacto de la transformación digital en la educación superior y concluyen que los docentes deben incorporar herramientas 4.0 en sus prácticas pedagógicas para potenciar el aprendizaje de los futuros ingenieros.

Estado actual y estudios previos: Diversas investigaciones han abordado la necesidad de adaptar la educación en ingeniería a las demandas de la Industria 4.0. (Aguilar Covarrubias et al., 2024) identifican que la educación en ingeniería aún enfrenta desafíos para lograr una integración efectiva de tecnologías emergentes, lo que requiere ajustes curriculares y formación de docente en estas áreas.

Por otro lado, (Alvídrez A., 2024) explora cómo las universidades están adoptando la educación 4.0 y destaca que los planes de estudio actuales deben transformarse para incluir cursos sobre automatización, manufactura avanzada y análisis de datos, a fin de preparar a los estudiantes para un mundo laboral cada vez más digitalizado.

Aporte al conocimiento existente: La propuesta del Instituto Tecnológico Superior de Cananea busca fortalecer la formación en ingeniería mediante la creación de un laboratorio de AC, alineado con los Atributos de Egreso (AE) del PE de Ingeniería Electromecánica. Su objetivo es fomentar el desarrollo de competencias al nivel en el que los estudiantes se involucren en la resolución de problemas y actividades complejas de ingeniería (WP y EA),

en concordancia con los estándares del CACEI. Este enfoque integra herramientas avanzadas de simulación y aprendizaje basado en la experiencia, asegurando que los estudiantes adquieran habilidades prácticas y teóricas alineadas con los requerimientos de la industria y los criterios de acreditación.

El estudio, de carácter explicativo y exploratorio, analizará cómo la Industria 4.0 está transformando la educación en ingeniería y cómo la integración de laboratorios automatizados mejora la formación estudiantil. Se evaluarán aspectos clave como la adecuación de laboratorios a planes de estudio, la percepción de docentes y estudiantes, y la efectividad de herramientas digitales.

Asimismo, el proyecto tiene un componente aplicado, ya que busca diseñar un laboratorio especializado con tecnologías de la Industria 4.0, alineado con los estándares del CACEI y las demandas del sector productivo.

El estudio sigue un diseño de investigación mixto, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos para las estrategias de respuesta en lo que se incluyen encuestas y entrevistas, considerando herramientas de análisis de estudios de caso para contrastar resultados. La tabla 2 pretende concentrar la información del estudio a realizar.

Tabla 2. *Resumen del diseño de Investigación y e Instrumentos.*

Tipo de estudio	*Muestra/Participantes*	*Instrumento de recolección de datos*
Cuantitativo	Censo Estudiantes (56) y Censo Docentes (7)	Encuestas estructuradas a estudiantes y docentes para medir la percepción sobre la efectividad de las tecnologías 4.0. (preguntas cerradas y escalas tipo Likert)
Cualitativo	Expertos en el área de Educación e Industria. (6)	Entrevistas semiestructuradas con expertos en educación e industria para analizar tendencias y desafíos en la enseñanza de la ingeniería.
Estudio de caso	--	Análisis de documentos: revisión de planes de estudio, normativas y estrategias de enseñanza en otras universidades. Observación directa: documentación del uso del laboratorio automatizado durante el piloto de implementación.

RESULTADOS

En este apartado se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis de datos recopilados a partir de la implementación del Laboratorio de Industria Inteligente (SI) en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea. Se incluyen los principales descubrimientos en la evaluación de competencias de los estudiantes y el impacto del uso de proyectos integradores alineados con los Atributos de Egreso (AE) del CACEI.

Diseño y habilitación del Laboratorio Smart Industries: El Laboratorio Smart Industries se diseñó para desarrollar competencias en AC, alineado con los Atributos de Egreso del PE de

Ingeniería Electromecánica y las necesidades de la Industria 4.0. Se priorizó un enfoque de complejidad incremental, asegurando que las prácticas evolucionaran progresivamente.

Para definir sus componentes clave, se analizaron las necesidades de equipamiento de las materias avanzadas del Eje de AC, como Dispositivos Inteligentes (Internet de las cosas), Redes de Comunicación Industrial, Autómatas Programables, Instrumentación Industrial e Ingeniería de Control Clásico.

El diseño del Laboratorio SI responde a tres propósitos básicos: desarrollar competencias aplicables a la industria, permitiendo que los estudiantes enfrenten problemas reales; funcionar como un centro de investigación aplicada, fortaleciendo la vinculación con el sector productivo; y ofrecer operación remota, asegurando mayor acceso a los equipos fuera del horario presencial. Este enfoque mejora la formación académica, y que también impulsa la innovación y la colaboración con la industria Inteligente y los estándares del CACEI.

Para garantizar una formación progresiva, el Laboratorio SI se estructuró en tres niveles. El primero, Fundamentos de Automatización e Instrumentación, permite a los estudiantes desarrollar competencias básicas en instrumentos avanzados en las Estaciones Didácticas de Instrumentación (EDI's). La figura 1 muestra la composición de las EDI□s.

Figura 1. *Fabricación de 6 estaciones EDI´s.*

El segundo nivel, Integración de Redes Industriales, introduce la implementación de protocolos de comunicación, servidores en la nube y ciberseguridad para desarrollar sistemas de monitoreo y control distribuido, trabajando tanto en las EDI's como en el Laboratorio Smart Industries (SI).

Finalmente, el nivel del laboratorio SI, antes Centro Integral de Manufactura (CIM), conjuntas tecnologías avanzadas como control de calidad, robótica, almacenamiento automatizado y análisis de datos con capacidades de monitoreo y control remoto mediante internet de las cosas (IoT). Para optimizar el acceso y la flexibilidad del aprendizaje, el laboratorio incorpora infraestructura en la nube, virtualización de entornos de automatización y software de supervisión remota, permitiendo a los estudiantes realizar simulaciones y ajustes de programación en tiempo real.

Primer Proyecto Integrador de laboratorio**:** Cabe destacar que se aplicó por primera vez el desarrollo de un proyecto Integrador en el área del conocimiento de AC. Como prueba piloto para contrastar los resultados en la formación de competencias de los estudiantes del PE de Ingeniería Electromecánica.

Figura 2. *Laboratorio SI, antes CIM.*

El Proyecto Integrador mencionado, permitió la aplicación de tecnologías avanzadas de AC para abordar desafíos industriales actuales. Consistió en la implementación de un IoT Gateway para la convergencia entre Operación de tecnologías (OT) y tecnologías de la información (IT), el cual integra comunicación industrial utilizando MODBUS RTU, Controladores Lógicos Programables (PLC) con software RSLOGIX500, Open Automation Software (OAS), Microsoft SQL Server y Twilio.

En este proyecto desarrollado en la materia de la especialidad, Redes Industriales de comunicación. Se desarrolló en equipo un centro de control remoto emulando los centros de control industriales. El propósito central fue desarrollar una red de comunicación que permitiera la integración eficiente entre variadores de frecuencia PowerFlex 525 y PLC Micrologix 1100, complementando la arquitectura con herramientas de software que faciliten el almacenamiento de datos en SQL Server y la notificación en tiempo real a través de Twilio.

Análisis sobre la Influencia de la Industria 4.0 en los Atributos de Egreso del CACEI: La integración de tecnologías de la Industria 4.0 en la educación superior ha demostrado ser un factor clave para el desarrollo de competencias. A través del análisis de casos de éxito en universidades con laboratorios inteligentes (detallados en la Tabla 3: Revisión de documentos relacionados), se ha identificado cómo estas iniciativas fortalecen la formación en áreas como AC de procesos, análisis de datos, inteligencia artificial y manufactura inteligente.

Los resultados muestran que la implementación de laboratorios inteligentes basados en Industria 4.0: Ha permitido potenciar el aprendizaje práctico y la resolución de problemas complejos, mejorar la vinculación con la industria mediante proyectos reales y optimizar la enseñanza a través de herramientas digitales avanzadas.

Tabla 3: *Revisión de 3 documentos destacados relacionados con el proyecto.*

Universidad/Caso	Descripción	Tecnologías Implementadas	Impacto en Educación	Lecciones Aprendidas
Universidad 4.0 y Currículo Inteligente (Pedroza Flores, 2018)	Transformación curricular para integrar tecnologías digitales en la enseñanza.	Big data, Inteligencia Artificial, Ecosistemas Digitales	Personalización del aprendizaje, Desarrollo de competencias digitales	Rediseñar el currículo para incluir habilidades digitales y analíticas.
Review of Socio-technical Considerations (Davies et al., 2017)	Uso de sistemas ciberfísicos y automatización avanzada en educación técnica.	Sistemas Ciberfísicos, Automatización avanzada, Gestión de datos	Aceleración del aprendizaje, Preparación para entornos digitalizados	Cambio en la mentalidad docente y conexión con la industria.
Optimización de Costos en Laboratorios Inteligentes (Santana et al., 2017)	Uso de modelos de costos y análisis en tiempo real para optimizar la gestión de laboratorios.	Gestión de capacidad en la nube, Optimización de recursos	Reducción de costos, Uso eficiente de infraestructura	Sostenibilidad financiera y optimización del uso de laboratorios.

Encuestas sobre las percepciones del laboratorio Smart Industries: Para la evaluación de la percepción estudiantil sobre la efectividad del laboratorio, se aplicaron encuestas estructuradas a la población total de 56 estudiantes y 7 docentes que utilizaron en laboratorio en el semestre Agosto/Diciembre del 2024. Los datos fueron analizados utilizando el software SPSS, obteniéndose los siguientes resultados:

Se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach a los datos obtenidos en la encuesta, obteniendo un valor de 0.938, lo que indica una alta confiabilidad del instrumento. Esto demuestra que los ítems del cuestionario miden de manera consistente la percepción sobre la efectividad del laboratorio.

El análisis de correlación de Pearson mostró asociaciones significativas ($r > 0.8$) entre las siguientes variables: Satisfacción con la metodología de enseñanza y percepción de preparación para el sector industrial. Disponibilidad de software y simuladores con impacto positivo en el aprendizaje práctico. Uso de herramientas de automatización y robótica con desarrollo de habilidades técnicas aplicables en la Industria 4.0. Estos hallazgos sugieren que la integración del laboratorio con tecnologías avanzadas tiene un efecto positivo en la formación de los estudiantes.

El análisis de las encuestas realizadas a docentes y estudiantes del programa de Ingeniería Electromecánica sobre el impacto del Laboratorio SI y la integración de tecnologías de la

Industria 4.0 en su formación académica revela tendencias clave en el desarrollo de competencias alineadas con los AE definidos por el CACEI.

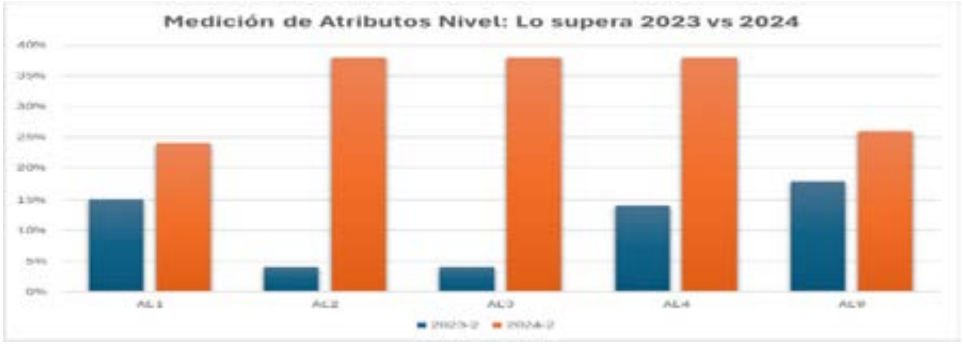
Los estudiantes evaluaron positivamente la infraestructura del Laboratorio Smart Industries, destacando la disponibilidad de equipos, software y simuladores como elementos clave para el desarrollo de habilidades técnicas aplicables a la Industria 4.0. En una escala de 1 a 5, el 80% de los encuestados otorgó una calificación de 4 o más a la disponibilidad de tecnología, lo que sugiere que el entorno del laboratorio es representativo de escenarios industriales reales. Esta percepción es compartida por los docentes, quienes indicaron que la tecnología utilizada en el laboratorio refleja las tendencias actuales de automatización y manufactura avanzada, favoreciendo la adquisición de competencias prácticas en los estudiantes.

Los resultados reflejan una alta concordancia entre el uso de tecnologías emergentes en el laboratorio y la adquisición de competencias vinculadas a los AE: El impacto de las prácticas en el laboratorio ha sido significativo en el desarrollo de los AE 1, 2, 3, 4 y 9 de ingeniería electromecánica. Según la encuesta, 75% de los docentes reconoce que estas han permitido a los estudiantes integrar tecnologías avanzadas en sistemas electromecánicos, reforzando su capacidad de diseño de sistemas electromecánicos.

Cabe destacar que todos los docentes que imparten estas materias del eje de automatización y control se encuentran actualmente trabajando en la industria realizando actividades relacionadas con los conocimientos que imparte. Por tanto, este punto da a la medición de atributos una mayor confiabilidad.

Esta información al contrastarla con los datos de medición de atributos, podemos percibir que hubo un incremento en la percepción de los docentes sobre las habilidades que obtuvieron este semestre y se vió reflejado en el proceso de medición individual de los atributos de egreso para las materias del eje del conocimiento Automatización y Control, mostrado en la figura 3.

Figura 3. *Resultados de Medición de Atributos de Egreso.*



Fuente: *Sistema de medición de atributos del Instituto Tecnológico Superior de Cananea.*

Asimismo, con base en la encuesta, el 78% de los estudiantes considera que las prácticas han mejorado su capacidad de análisis y resolución de problemas en la supervisión de sistemas electromecánicos. Comparado con métodos tradicionales, el 72% de los estudiantes y el 65%

de los docentes coinciden en que el enfoque práctico del laboratorio “Smart Industries” facilita una mejor comprensión y aplicación de los conceptos en entornos industriales reales.

Los niveles de satisfacción de estudiantes y docentes con la enseñanza en el laboratorio varían según la asignatura. En Redes Industriales, el 74% de los estudiantes y el 68% de los docentes reportan una satisfacción alta. Para Autómatas Programables, el 82% de los estudiantes y el 75% de los docentes coinciden en la efectividad del laboratorio.

Entre las principales recomendaciones de docentes y estudiantes para mejorar la integración de tecnologías en la formación de ingenieros destacan la actualización de equipos, con un 40% de los docentes sugiriendo la incorporación de PLC con protocolos industriales más recientes. Además, el 35% de los estudiantes señala la necesidad de expandir la infraestructura del laboratorio, permitiendo más estaciones de trabajo para prácticas simultáneas. Asimismo, se propone incrementar el uso de prácticas remotas mediante laboratorios virtuales y acceso remoto, con el objetivo de mejorar la disponibilidad y optimización del uso de los equipos.

El análisis cualitativo incluyó entrevistas semiestructuradas con seis expertos en educación e industria para evaluar el modelo educativo basado en el Laboratorio de Industria Inteligente. Los expertos coincidieron en que el modelo facilita la transición de los estudiantes al sector productivo al incorporar tecnologías reales. Además, resaltaron que los proyectos integradores permiten una evaluación objetiva de los Atributos de Egreso (AE) del CACEI. Se identificó que la formación es flexible, permitiendo a los estudiantes avanzar progresivamente en complejidad. Finalmente, la implementación de sistemas avanzados de manufactura y automatización ha despertado el interés de empresas del sector, generando oportunidades de colaboración y prácticas profesionales.

CONCLUSIONES

La implementación del Laboratorio SI en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea ha fortalecido la formación en AC, alineándose con las tendencias de la Industria 4.0 y los AE del CACEI. La integración de tecnologías avanzadas del eje del conocimiento de AC ha permitido mejorar el aprendizaje práctico y la resolución de problemas, facilitando una transición efectiva de los estudiantes al sector productivo.

El impacto en la enseñanza ha sido significativo, con un 85% de los estudiantes reportando mejoras en su capacidad de automatización y control, mientras que el 82% destacó el fortalecimiento en el uso de herramientas computacionales avanzadas. Además, los proyectos integradores han permitido una evaluación más objetiva de las competencias, asegurando el desarrollo de habilidades en diseño de sistemas electromecánicos y resolución de problemas técnicos.

La vinculación con la industria ha sido un factor clave, generando oportunidades de prácticas profesionales y colaboración en proyectos. También en conjunto esta asociación con la industria ha permitido que se disemine aún más la idea de que la industria obtiene mejores profesionistas a presentar una participación más activa en la formación académica, sobre todo a nivel superior.

Asimismo, la infraestructura del laboratorio ha optimizado el acceso a los equipos a través de plataformas remotas, aunque se recomienda ampliar las estaciones de trabajo y actualizar los PLC para mejorar la eficiencia operativa y permitir una mayor accesibilidad.

En términos de satisfacción, tanto estudiantes como docentes evalúan positivamente el laboratorio, aunque sugieren incrementar las prácticas remotas y expandir la infraestructura. Finalmente, expertos en educación e industria coinciden en que el modelo progresivo y su integración con tecnologías avanzadas lo convierten en un esquema innovador y replicable para la educación superior en ingeniería

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Covarrubias, N. A., Hernández Córdova, A., & Martínez García, R. M. (2024). Factores limitantes que influyen en estudiantes del nivel medio superior para continuar sus estudios universitarios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(4), 13471–13487. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13759

Carrasco Alvídrez, A. (2024). Formación en educación 4.0: Rompiendo paradigmas de enseñanza-aprendizaje en educación superior (*Training in education 4.0: Breaking teaching-learning paradigms in higher education*). *Revista NEYART, 2*(3), 94–108. https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.63

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (2024). *Manual del marco de referencia 2025 (MR 2025) para la acreditación de programas de ingeniería: Categorías y criterios*. Vigente a partir del 16 de julio de 2024. Ciudad de México, México. https://cacei.org.mx/nv/nvdocs/marco_ing_2025.pdf

Davies, R., Coole, T., & Smith, A. (2017). Review of Socio-technical Considerations to Ensure Successful Implementation of Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, *11*, 1288–1295. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.256

González-Suárez, P., González-Medina, J. A., Hernández-Castellano, P. M., & Araña-Suárez, R. E. (2024). Propuesta de implementación de laboratorios docentes remotos virtuales para la mejora de la educación en ingeniería de los procesos de fabricación. En P. L. Castro Alonso (Coord.), *Realidad extendida: Nuevas tecnologías en la mejora de la docencia* (pp. 112–142). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. https://spdc.ulpgc.es/libro/realidad-extendida_159124/

Leal-Rendón, N. M., Bacre-Guzmán, D. C., & Martínez-Mercado, M. A. (2025). Transformación digital en la educación superior: Herramientas 4.0 en docentes de Ingeniería Industrial y Administración en la UANL. *Vinculatégica EFAN, 11*(1), 156–172. https://doi.org/10.29105/vtga11.1-1021

Medina-Cruz, H., Denicia-Carral, M. C., Ballinas-Hernández, A. L., & Minquiz, G. M. (2024). Podcast as an educational resource in university education. *Formacion Universitaria*, *17*(6), 23–34. https://doi.org/10.4067/S0718-50062024000600023

Palacios, A., Pascual, V., & Moreno-Mediavilla, D. (2022). The role of new technologies in STEM education. *Bordon. Revista de Pedagogia*, *74*(4), 11–21. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.96550

Pedroza Flores, R. (2018). La universidad 4.0 con currículo inteligente 1.0 en la cuarta revolución industrial / The university 4.0 with intelligent curriculum 1.0 in the fourth industrial revolution. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, *9*(17), 168–194. https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.377

Santana, A., Afonso, P., Zanin, A., & Wernke, R. (2017). Costing models for capacity optimization in Industry 4.0: Trade-off between used capacity and operational efficiency. *Procedia Manufacturing*, *13*, 1183–1190. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.193

CONSTRUYENDO EL PRESENTE: IGUALDAD Y EQUIDAD EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE LAS INGENIERÍAS

BUILDING THE PRESENT: EQUALITY AND EQUITY IN ENGINEERING STUDY PLANS

E. Ramírez Lazos[1]
M. Sosa Rodríguez[2]
J. A. López Hernández[3]
M. V. Rivero Picazo[4]

RESUMEN

La Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se ha caracterizado por ofertar a la comunidad estudiantil una educación de calidad, lo cual se ve reflejado en la actualización de los planes y programas de estudios de las licenciaturas que en ella se imparten, lo anterior forma parte de los grandes cambios tecnológicos, científicos y sociales que se viven a nivel internacional, es por ello que temas como la igualdad y equidad de género se consideran de vital importancia para la institución. En el presente trabajo escrito se muestra cual fue el procedimiento de actualización que se llevó a cabo por parte de la División de las ciencias físico – matemáticas y de las ingenierías de la FES Aragón, así como los resultados alcanzados referentes a la integración de temas sociales dentro de los contendidos académicos de las múltiples asignaturas que conforman las cargas académicas de las diversas licenciaturas de ingeniería.

ABSTRACT

The Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), belonging to the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), has been characterized by offering the student community a quality education, which is reflected in the updating of the study plans and programs of the degrees that are taught there, the above is part of the great technological, scientific and social changes that are experienced internationally, which is why issues such as gender equality and equity are considered of vital importance for the institution. This written work shows the update procedure carried out by the División de las ciencias físico–matemáticas y de las ingenierías of the FES Aragón, as well as the results achieved regarding the integration of social issues within the academic content of the multiple subjects that make up the academic loads of the engineering degrees.

ANTECEDENTES

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) es una Institución de Educación Superior (IES) comprometida en ser parte de los cambios que día a día van transformando la sociedad, ha enfocado sus esfuerzos en desarrollar y fomentar acciones que permitan a los estudiantes tener opciones académicas que aseguren la calidad en la educación, al mismo tiempo, proporcionar entornos adecuados en donde exista respeto, equidad y tolerancia para todas y todos los integrantes de la comunidad universitaria.

Por lo tanto, al igual que otras instituciones, la UNAM cuenta con lineamientos que establecen cuales son los elementos necesarios para poder llevar a cabo actualizaciones a los planes y programas de estudios, con el objetivo de ofertar/proporcionar licenciaturas y

[1] Profesor de asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. estebanlazosz8@aragon.unam.mx
[2] Jefe de la División de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías. Facultad de Estudios Superiores Aragón. labhid@gmail.com
[3] Jefe de Carrera de Ing. en Computación. Facultad de Estudios Superiores Aragón. jorgelopez91@aragon.unam.mx
[4] Profesora de asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. marielariverorip@aragon.unam.mx

posgrados actualizados acorde a las tendencias, innovaciones y necesidades que demanda el campo profesional y la sociedad.

En este sentido, la UNAM ha impulsado la creación de Coordinaciones enfocadas en tratar temas relacionados con equidad e inclusión, temas que poco a poco, pero de manera constante tienen mayor incorporación e importancia dentro de la sociedad. Un claro ejemplo de lo anterior es la actual "Coordinación para la igualdad de género en la UNAM", la cual en su página web tiene publicado:

La UNAM requiere la transversalización de la perspectiva de género en una de sus más importantes tareas sustantivas: la docencia y la construcción del conocimiento.

Para lógralo impulsamos: La transversalización de la perspectiva de género en planes y programas de estudio en todos los campos de conocimiento y todos los niveles educativos de la UNAM. (Coordinación para la igualdad de género de la UNAM, 2025)

De igual manera, se hace mención:

Desde una visión comprometida con el cambio y la mejora social, la Educación Social contribuye a una de las principales preocupaciones del sistema educativo: la gestión de la convivencia, la promoción de valores positivos y la lucha contra las formas de violencia que se producen en las comunidades educativas (Martín, 2022, p. 83).

Derivado de lo anterior, actualmente todas las modificaciones y actualizaciones que se realizan a los planes y programas de estudio de bachillerato, licenciatura y posgrados deben de integrar un enfoque inclusivo, equitativo e igualitario dentro de los contenidos académicos, acorde a la propia naturaleza del programa.

La Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), perteneciente a la UNAM es una Institución de Educación Superior multidisciplinaria ubicada en el Estado de México, la cual cuenta con una oferta educativa de diversas licenciaturas que se dividen en tres ramas del conocimiento:

- Ciencias físico-matemáticas y de las ingenierías
- Ciencias sociales
- Humanidades

De manera particular y especifica, en el área de las "ciencias físico-matemáticas y de las ingenierías", se encuentran las licenciaturas mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1. *Licenciaturas en ingeniería ofertadas en la FES Aragón.*

Ingeniería Civil (ICI)	Ingeniería Industrial (IID)	Ingeniería Mecánica (IMC)
Ingeniería en Computación (ICO)	Ingeniería Eléctrica Electrónica (IEE)	

Dando seguimiento a los objetivos establecidos por la institución, las cinco carreras de ingeniería cuentan con planes de estudios actualizados, siendo las versiones más recientes las que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. *Claves de los planes de estudios de las licenciaturas en ingeniería de la FES Aragón.*

Licenciatura	Clave del plan de estudios	Créditos	Año de la primera generación
ICI	2236	429	2023
IID	2195	400	2022
IMC	2187	431	2022
ICO	2119	396	2020
IEE	4280	404	2023

Como lo menciona Martín (2022, p. 20) “desde el sistema educativo se deben promover actuaciones socioeducativas preventivas que eviten el fracaso y/o absentismo escolar debido a las desigualdades”, es por ello que través de los planes de estudios actualizados tanto en el contenido académico propio de cada licenciatura, así como en el enfoque de equidad e inclusión se promueve, oferta y difunde una formación integral que abarque todos los aspectos éticos, profesionales y académicos que requieren y demandan las y los profesionistas de la ingeniería; de igual manera como lo comenta Medina (2015, p. 12) “los planes de estudio han de ser trabajados desde una perspectiva emergente e internacional para que generen nuevas formas de aprendizaje y de estudio”.

De igual forma como hace mención Camacho (2008, p. 100):

En la sociedad actual se requieren hombre y mujeres que sepan resolver todo tipo de problemas o de situaciones difíciles, de carácter práctico, de la vida cotidiana. Para lograrlo, la educación básica debe fomentar el desarrollo de competencias, que ayuden a mejorar la forma de vivir y de relacionarse en la sociedad.

Por otra parte, la formación integral hace referencia a:

La formación integral significa incorporar en el diseño nuevos modelos, centrados en el aprendizaje, la construcción de competencias generales y específicas que consideren desde perspectivas multidisciplinarias, conocimientos, habilidades, actitudes y valores, que se construyan en concordancia con el contexto histórico, cultural, económico y político, atendiendo asimismo al desarrollo físico y moral del individuo. (ANUIES, 2004, p. 34).

Es por ello que, los actuales programas de estudios de las licenciaturas de ingeniería están diseñados para ser cursados en nueve semestres, y cada una de las ingenierías a través de la estructura curricular han incluido asignaturas y temas específicos enfocados en igualdad, equidad, respeto, ética e inclusión, además de los contenidos académicos propios y característicos de cada materia.

METODOLOGÍA

La UNAM dentro de sus propios lineamientos cuenta con procesos normado y específicos para llevar a cabo la actualización de sus planes y programas de estudio, para ello, la institución cuenta con el documento titulado: Guía para la Elaboración del Proyecto de Modificación de un Plan de Estudios de Licenciatura, en el que se detallan los elementos que deberá de contener todos los planes y programas que necesiten actualizarse, así mismo, se cuenta con Órganos/Departamentos enfocados en la revisión y cumplimiento de todos los requisitos establecidos que deberán de cumplirse durante el proceso de actualización.

Sin embargo, es importante resaltar que este proceso se adapta a las necesidades y características de las propias Facultades, Escuelas y Colegios. No obstante, a continuación, se presenta de manera general el proceso que se deberá de llevar a cabo para la actualización de los planes y programas de estudio, este proceso se ve representado en la Figura1.

Figura 1. *Etapas del proceso de actualización de los planes y programas de estudio de la UNAM.*

En seguida, se describe de forma general en que consiste cada una de las seis etapas mostradas en la Figura1, de igual forma se presentan los principales elementos que las cinco licenciaturas de ingeniería tomaron en cuenta en cada una de ellas, dando como resultado que actualmente las cinco licenciaturas de ingeniería de la FES Aragón oferten planes de estudios actualizados.

1) Diagnóstico y análisis de pertinencia. Se revisaron las tendencias nacionales e internacionales acorde a cada una de las ingenierías, y se realizó una evaluación del plan de estudio existente, para identificar áreas de mejora en los siguientes rubros:

- Cambios en el contexto social, científico y tecnológico
- Necesidades del mercado laboral
- Opiniones de estudiantes, egresados, empleadores y académicos

2) Consulta y participación. Se contacto con los principales grupos de interés (stakeholders) de cada ingeniería para conocer su punto de vista y áreas de mejora para los nuevos programas educativos, entre los stakeholders involucrados estuvieron:

- Académicos
- Estudiantes

- Egresados
- Empleadores

3) Propuesta de diseño del plan y programa. Se analizaron elementos clave para los programas de estudio de las ingenierías, tales como:
- Perfil de ingreso, egreso y competencias específicas
- Objetivo general y específicos
- Estructura del plan de estudios (materias obligatorias, optativas, créditos, duración, etc.)
- Estrategias didácticas, de aprendizaje y pedagógicas
- Flexibilidad curricular para adaptarse a diversas necesidades

4) Aprobación interna. La propuesta del nuevo programa educativo de las ingenierías ofertadas en la FES Aragón, fue sometido a la evaluación y valoración de los diferentes órganos colegiados de la institución, tales como:
- Comisiones académicas
- Consejos técnicos

Posteriormente, se realizaron las modificaciones basadas en las observaciones de estos cuerpos académicos.

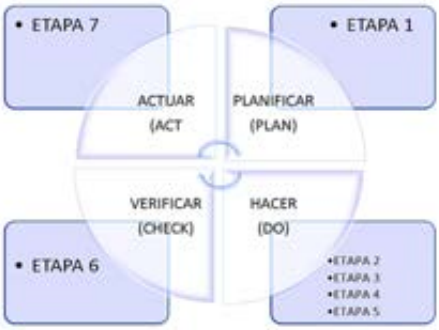
1) Validación institucional. El plan o programa actualizado fue sometido al H. Consejo Universitario, que es el máximo órgano de gobierno de la UNAM, para su revisión y aprobación definitiva.
2) Implementación. Se colocó la puesta en marcha y se recibieron a las primeras generaciones de estudiantes que cursaron los nuevos planes de estudios (Tabla 2), por otra parte, se les informó a los docentes de los factores que conlleva el cambio de plan de estudios y se les apoyó para poder hacer una transición adecuada del viejo plan al nuevo plan de estudios.
3) Seguimiento. Se establecieron los sistemas adecuados para la de evaluación y retroalimentación continua de los nuevos programas educativos, con el objetivo de detectar posibles ajustes/mejoras a mediano y largo plazo

Como se mencionó anteriormente, este proceso puede adaptarse dependiendo de la esencia, naturaleza y características de las licenciaturas y de las sedes donde se impartan.

En otro orden de ideas, una de las grandes actualizaciones llevadas a cabo por las cinco licenciaturas de ingeniería (ICI, IID, IMC, ICO, IEE) fue el análisis de temas relacionados con equidad, inclusión, respeto y ética, para su posterior integración de manera orgánica en los diversos temarios de las asignaturas que conforman la carga académica de cada licenciatura.

Finalmente, es importante resaltar que todos los elementos mostrados anteriormente son parte de un proceso de mejora continua, el cual puede ser representado a través del ciclo Planear, Hacer, Verificar, Actuar (PHVA) propuesto por el estadista William Edwards Deming. En la Figura 2 se asignan las siete etapas del proceso de actualización, a una de las cuatro etapas que conforman el ciclo PHVA.

Figura 2. *Ciclo de mejora continua (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).*



RESULTADOS

El principal resultado obtenido fue: contar con planes de estudios actualizados para las cinco licenciaturas de ingenierías, así mismo se resalta el hecho de que dentro de los contenidos se encuentran temas enfocados en puntualizar la importancia y relevancia que tiene la igualdad, la equidad, el respeto, la ética e inclusión para los profesionistas de la ingeniería.

A partir de la Tabla 3 hasta la Tabla 7 se muestran por cada licenciatura de ingeniería, las asignaturas y los contenidos específicos que abarcan dichos temas.

Tabla 3. *Temas relacionados con equidad, inclusión, ética, tolerancia y respeto en el plan de estudios de ICI.*

Ingeniería Civil		
Semestre	Asignatura	Temas
1°	Introducción a la computación en ingeniería	Género y TIC
2°	Sociología de México	Violencia social Violencia de género Igualdad de género
3°	Recursos de la construcción (I)	Ley Federal del Trabajo con perspectiva de género
4°	Comunicación en ingeniería	Lenguaje incluyente Emprendimiento sin brechas de género
	Ingeniería y sustentabilidad	Marco jurídico y política pública ambiental con perspectiva de género
6°	Recursos y necesidades de México	Equidad de género en las políticas públicas
7°	Seminario de género y ética en la ingeniería	Ética y responsabilidad social «Género» como construcción histórica Género, ética y problemáticas sociales del presente Códigos de ética en la ingeniería Género, ética e ingeniería
Optativa	Evaluación de proyectos	Estudio socioeconómico: evaluación social

Tabla 4. *Temas relacionados con equidad, inclusión, ética, tolerancia y respeto en el plan de estudios de IMC.*

Ingeniería Mecánica		
Semestre	Asignatura	Temas
1°	Introducción a la Ingeniería Mecánica	Aportaciones de las mujeres a la ingeniería mecánica a lo largo de la historia Ingenieros e ingenieras reconocidas por sus aportaciones a la disciplina
3°	Comunicación	Las barreras de la comunicación eficaz: filtrado, percepción selectiva, sobrecarga de información, emociones, lenguaje, comunicación aprensiva, diferencias de género
4°	Ética Profesional de la Ingeniería Mecánica	Ética y responsabilidad social La voluntad, la libertad y la responsabilidad
6°	Recursos y Necesidades de México y el Mundo	Inclusión social en la práctica profesional Perspectiva de género en el desempeño profesional
8°	Emprendimiento e Innovación	Ética y Responsabilidad Social de los negocios
9°	Formación y Orientación Laboral con Perspectiva de Género	Desarrollar actitudes y aptitudes con un enfoque integral, a fin de facilitar la inserción al ámbito laboral y el desarrollo de entornos igualitarios La brecha de género en la movilidad laboral Estereotipos y roles tradicionales de género

Tabla 5. *Temas relacionados con equidad, inclusión, ética, tolerancia y respeto en el plan de estudios de ICO.*

Ingeniería en Computación		
Semestre	Asignatura	Temas
2°	Emprendimiento 1	Trabajo en equipo
	Taller de Creatividad e Innovación	Problemas y soluciones a necesidades de pertenencia Problemas y soluciones a necesidades de seguridad Problemas y soluciones a necesidades de autoestima
8°	Habilidades Directivas	Inteligencia emocional y las competencias emocionales Manejo de conflictos Formación e integración de equipos trabajo.

Tabla 6. *Temas relacionados con equidad, inclusión, ética, tolerancia y respeto en el plan de estudios de IID.*

Ingeniería Industrial		
Semestre	Asignatura	Temas
1°	Comunicación oral y escrita	Lenguaje incluyente
	Introducción a la ingeniería	El rol de la mujer dentro de la ingeniería industrial La perspectiva de género en IID y su avance en el campo laboral
2°	Metodología de la investigación	Perspectiva de género en la investigación
3°	Fundamentos de computación	Las TIC como herramienta para alcanzar la igualdad de género
	Recursos y necesidades de México	Normas nacionales para la igualdad entre hombres y mujeres
4°	Ingeniería económica	Condiciones y factores que impulsan al desarrollo con perspectiva de género
	Relaciones Laborales y comportamiento humano	Construcción de la feminidad y masculinidad La socialización del género Indicadores sociales de las desigualdades de género
5°	Desarrollo de competencias laborales	Emprendimiento sin brechas de género
	Diseño de sistemas productivos	La organización de los sistemas productivos y operativos con perspectiva de género
	Estudio del trabajo	La perspectiva de género en ergonomía
	Seguridad y salud ocupacional	Políticas públicas con perspectiva de género El derecho a la salud con perspectiva de género
6°	Calidad	La perspectiva de género como base de un liderazgo integral
7°	Planeación estratégica	La importancia de la perspectiva de género en la intervención de las organizaciones
8°	Sustentabilidad y energía	La sustentabilidad económica, ecológica y social
9°	Desarrollo de habilidades gerenciales	El lenguaje incluyente como base para la igualdad laboral Técnicas para hablar en público con perspectiva de género

Tabla 7. *Temas relacionados con equidad, inclusión, ética, tolerancia y respeto en el plan de estudios de IEE.*

Ingeniería Eléctrica Electrónica		
Semestre	Asignatura	Temas
1°	Introducción a la ingeniería	Las mujeres en el campo de la ingeniería
3°	Recursos y necesidades de México y el mundo	El subdesarrollo de México respecto a otras naciones desarrolladas. Características de las necesidades sociales (derechos humanos, igualdad de género), económicas y políticas Madurez personal y responsabilidad social
9°	Igualdad de género y ética profesional	Marco legal para igualdad de género Igualdad de género en la empresa Inclusión social Ética y valores Ética social
Optativo	Calidad	El factor humano, derechos humanos e igualdad de género
	Desarrollo de competencias laborales	Derechos humanos e igualdad de género en el entorno laboral La igualdad de género en el mercado laboral
	Desarrollo de habilidades gerenciales	Buenas prácticas para la igualdad laboral y no discriminación de las y los trabajadores Técnicas de animación y moderación

Como se pudo apreciar los actuales planes de estudios de ingenierías que se ofertan en la FES Aragón, cuentan con temas integrados de manera cuidadosa, pertinente y consecutiva en sus contenidos académicos, los cuales brindan a todos los estudiantes una formación profesional que se adecua a los cambios, tendencias y necesidades que actualmente se requiere.

De igual forma es importante mencionar que todas las licenciaturas de ingeniería están acreditadas por organizaciones que evalúan determinados criterios y parámetros de calidad. En el caso de ICI, IID, IIE, e IMC estas se encuentran acreditadas por el Concejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI) en el marco de referencia 2025, por otra parte, ICO está acreditada por el Consejo Nacional de Acreditación y Computación A.C (CONAIC).

CONCLUSIONES

La integración y difusión de temas tales como igualdad, equidad, respeto, ética e inclusión en los planes de estudio de ingeniería son esenciales para la formación de profesionistas capaces de enfrentar los retos de un mundo globalizado y diverso. Estos conocimientos fomentan un entorno de trabajo colaborativo y justo, donde se respeta la diversidad de ideas, culturas y perspectivas, además de proporcionar a los estudiantes una mayor visión del entorno en el cual se desarrollan, y que a su vez les permita tener las herramientas adecuadas para la toma de decisiones responsables que beneficie a la sociedad.

La equidad e inclusión garantizan que todos tengan las mismas oportunidades de aprendizaje y participación, enriqueciendo el ámbito académico y profesional. Al incorporar estos temas,

los futuros ingenieros adquieren habilidades sociales que complementan sus conocimientos académicos, permitiendo que puedan desarrollarse con empatía y plantear soluciones que respondan a las necesidades actuales.

La incorporación de estos temas a los planes de estudios de las IES contribuye a la formación de los estudiantes para ser agentes de cambio en una sociedad que demanda mayor preparación académica, sensibilidad y compromiso para la resolución de problemáticas actuales.

BIBLIOGRAFIA

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2004). *Documento estratégico para la innovación en la educación superior.* (2ª Ed.). ANUIES

Camacho, R. (2008). *Mucho que ganar, nada que perder. Competencias: Formación integral de individuos.* (1ª Ed.). ST Editorial

Coordinación para la igualdad de género de la UNAM. (12 de marzo de 2025). *Educación para la igualdad.* https://coordinaciongenero.unam.mx/educacion-para-la-igualdad/

Martín, A. (2022). *Retos actuales del sistema educativo. Propuestas de actuación desde la Educación Social* (1ª Ed.). Ediciones OCTAEDRO

Medina, A. (2015). *Innovación de la educación y la docencia.* (2ª Ed.). Editorial Universitaria Ramón Areces

ANÁLISIS DE COMPETENCIAS GENÉRICAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS: RESPONDIENDO LAS DEMANDAS DE LA INDUSTRIA

ANALYSIS OF GENERIC COMPETENCIES IN ENGINEERING EDUCATION: RESPONDING TO INDUSTRY DEMANDS

K. Peña Ríos[1]
F. Banda Muñoz[2]

RESUMEN

Este estudio analiza la importancia de las competencias genéricas en la inserción laboral de los egresados en ingeniería. Mediante una investigación basada en encuestas dirigidas a empleadores adscritos a la Bolsa de Trabajo de una Institución de Educación Superior (IES), se identificaron las competencias más demandadas en el mercado laboral. Se revisaron marcos teóricos como el Proyecto Tuning, que clasifica las competencias en instrumentales, interpersonales y sistémicas.

El análisis de los datos se realizó con Smart PLS, una herramienta de modelado de ecuaciones estructurales, determinando que las competencias sistémicas tienen un impacto significativo en la empleabilidad. Entre estas destacan el aprendizaje autónomo, la capacidad de adaptación y el liderazgo. Los resultados sugieren una revisión en la formación universitaria para fortalecer estas competencias y garantizar que los egresados cuenten con herramientas que faciliten su integración al mercado laboral.

ABSTRACT

This study analyzes the importance of generic competencies in the labor market insertion of engineering graduates. By means of a research based on surveys directed to employers attached to the Job Board of at Universities, the most demanded competencies in the labor market were identified. Theoretical frameworks such as the Tuning Project, which classifies competencies into instrumental, interpersonal and systemic, were reviewed.

Data analysis was performed with Smart PLS, a structural equation modeling tool, determining that systemic competencies have a significant impact on employability. These include autonomous learning, adaptability and leadership.

The results suggest a revision of university education to strengthen these competencies and ensure that graduates have tools that facilitate their integration into the labor market.

ANTECEDENTES

El problema central que motiva esta investigación es la falta de competencias requeridas por los empleadores en los egresados del área de ingeniería. En el contexto laboral actual, las empresas enfrentan dificultades para contratar personal calificado, lo que sugiere una desconexión entre la formación universitaria y las demandas del mercado (Hernández, 2019).

La creciente brecha entre las habilidades demandadas por el sector empresarial y las competencias con las que cuentan los egresados representa un desafío significativo en el mercado laboral actual. De acuerdo con la Encuesta de Escasez de Talento realizada por ManpowerGroup (2024), el 75% de las empresas a nivel global reporta dificultades para encontrar los perfiles que necesitan, fenómeno que en México alcanza el 68% de los empleadores.

[1] Docente. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León. karina.penarios@uanl.edu.mx
[2] Docente Investigador. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León. fernando.bandamn@uanl.edu.mx

Esta problemática se manifiesta particularmente en áreas como Tecnologías de la Información, Ventas y Marketing, Atención al Cliente, Operaciones y Logística, entre otras. Más allá de las competencias técnicas, los empleadores identifican una creciente necesidad de las competencias genéricas esenciales para el éxito en el entorno laboral, tales como la colaboración y trabajo en equipo, resolución de problemas, pensamiento crítico, resiliencia y adaptabilidad.

La falta de estos atributos en los egresados contribuye a la escasez de talento, afectando sectores clave como Tecnologías de la Información (79%), Bienes de Consumo y Servicios (72%) y Transporte, Logística y Automotriz (69%). Estos datos subrayan la urgencia de replantear la formación académica, incorporando estrategias que fortalezcan el desarrollo de habilidades transversales que permitan a los estudiantes responder eficazmente a las demandas del mercado laboral.

En este sentido, Durán (2018) destaca que muchos estudiantes desarrollan una mentalidad enfocada en obtener calificaciones altas, priorizando los resultados numéricos sobre el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades prácticas y competencias genéricas esenciales. Esta deficiencia en su preparación integral afecta su capacidad para responder a las demandas del entorno laboral. Así mismo, señala que las IES enfrentan importantes cuestionamientos sobre su capacidad para preparar adecuadamente a los estudiantes para el mercado laboral, lo que contribuye a la desconexión entre el ámbito educativo y las expectativas de los empleadores.

Además, diversos estudios señalan que la formación universitaria debe ir más allá del conocimiento técnico y enfocarse en el desarrollo de habilidades transversales, necesarias para un desempeño exitoso en el ámbito profesional (González-Molina et al., 2020; Seminara et al., 2021 y Castro Maldonado et al., 2023). En este contexto, el Proyecto Tuning ha sido un referente clave, identificando las competencias genéricas esenciales para la empleabilidad y clasificándolas en tres grupos: instrumentales, interpersonales y sistémicas (Vargas Leyva, 2008).

En primer lugar, se encuentran las competencias instrumentales que se centran en el desarrollo de habilidades prácticas y cognitivas necesarias para comprender, analizar y aplicar ideas. Estas incluyen la organización del tiempo, la toma de decisiones, la resolución de problemas y el uso de estrategias de aprendizaje. Además, abarcan destrezas tecnológicas, como el manejo de herramientas informáticas y la gestión de información, junto con competencias lingüísticas que favorecen la comunicación oral y escrita, así como la argumentación efectiva y el dominio de idiomas.

En segundo lugar, se encuentran las competencias interpersonales, las cuales están orientadas a las habilidades sociales y de trabajo en equipo, promoviendo la expresión de emociones, percepciones y críticas constructivas. Estas competencias fomentan la empatía, el compromiso ético y la capacidad de colaborar en entornos diversos, consolidando interacciones sociales efectivas.

Y en tercer lugar se tienen las competencias sistémicas están relacionadas con la capacidad de comprender y mejorar sistemas complejos mediante la planificación, la creatividad y el

liderazgo. Estas competencias permiten adaptarse a nuevos contextos, fomentar una mentalidad emprendedora y un aprendizaje autónomo, así como desarrollar sensibilidad hacia aspectos culturales y medioambientales (Muñoz-Osuna et al., 2016).

Ante esta problemática, surgen interrogantes clave que buscan orientar este análisis: ¿Qué competencias genéricas o transversales son las más solicitadas por los empleadores adscritos a la bolsa de trabajo de una IES en el área de ingeniería? y ¿Cómo pueden adaptarse los planes de estudio para mejorar la preparación de los estudiantes en relación con las demandas del mercado laboral?

Este estudio tiene como objetivo identificar las competencias genéricas o transversales que las empresas del sector de ingeniería en Nuevo León consideran fundamentales para la empleabilidad de los egresados y determinar cuáles de estas competencias son más valoradas por los empleadores adscritos a la Bolsa de Trabajo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

Teniendo como justificación la relevancia del impacto que tiene la formación en competencias sobre la empleabilidad de los egresados y la eficiencia en la gestión de talento en las empresas. La desocupación y la falta de preparación para el empleo generan consecuencias sociales y económicas significativas, incluyendo la dependencia de políticas sociales y la reducción de la competitividad del país (García-Blanco y Cárdenas-Sempértegui, 2018).

La identificación de competencias clave permitirá a las IES ajustar sus modelos educativos para ofrecer perfiles de egreso más alineados con las necesidades empresariales. A su vez, las organizaciones podrán mejorar su proceso de selección y retención de talento, contribuyendo a una mayor estabilidad en el mercado laboral.

Este estudio también aporta beneficios directos a los estudiantes de ingeniería, al proporcionar información sobre las habilidades que deben desarrollar para mejorar sus oportunidades de empleo. La vinculación entre la academia y el sector productivo es esencial para garantizar una inserción laboral efectiva y una reducción en la rotación de personal dentro de las empresas.

La investigación se llevó a cabo en el estado de Nuevo León (considerado una zona industrial), centrándose en empresas afines al área de ingeniería y adscritas a la Bolsa de Trabajo de la FIME de la UANL. Se analizaron las competencias genéricas requeridas por estas empresas mediante encuestas aplicadas a empleadores que participaron en la Feria Laboral de octubre de 2019.

Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentra su alcance geográfico, ya que la investigación se enfoca exclusivamente en el estado de Nuevo León y en las empresas adscritas a la bolsa de trabajo de una sola facultad. Esto podría restringir la generalización de los resultados a otras regiones o sectores industriales. Asimismo, la muestra utilizada es limitada, ya que solo se analizarán las competencias identificadas en la Feria Laboral de 2019, lo que podría no reflejar de manera precisa las necesidades actuales del mercado laboral.

A pesar de estas limitaciones, la investigación contribuirá significativamente a la comprensión de la brecha entre la formación universitaria y las necesidades del sector productivo. Sus hallazgos podrían ser utilizados para fortalecer los programas académicos, mejorando la empleabilidad de los egresados y la competitividad de las empresas.

METODOLOGÍA

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo con un diseño exploratorio-descriptivo, cuyo propósito es identificar tendencias y patrones en la demanda de competencias laborales por parte de los empleadores. Este enfoque permite examinar la realidad mediante la recopilación y análisis de datos numéricos, lo que facilita la identificación de relaciones entre variables sin manipularlas (Hernández Sampieri et al., 2014).

El estudio se sitúa dentro del campo de la empleabilidad y la formación por competencias, áreas ampliamente discutidas en la literatura académica. Diversos estudios han señalado la creciente importancia de las competencias transversales en la inserción laboral de los egresados universitarios, especialmente en un contexto donde los empleadores valoran habilidades prácticas más allá de la formación académica formal (González-Molina et al., 2020; World Economic Forum, 2020; Seminara et al., 2021 y Castro Maldonado et al., 2023).

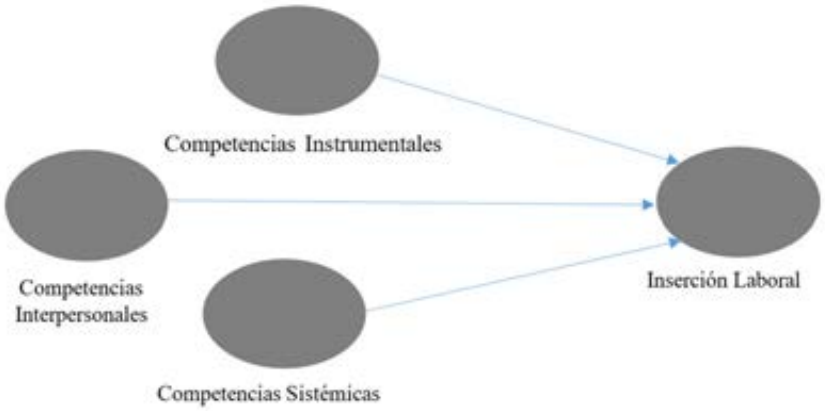
Investigaciones previas han analizado la relación entre la educación superior y la empleabilidad, destacando que el desarrollo de competencias genéricas influye significativamente en la adaptación de los egresados a entornos laborales dinámicos (Tejada y Ruiz, 2016). Sin embargo, existen vacíos en la literatura respecto a la percepción específica de los empleadores sobre las competencias más valoradas específicamente en una ciudad industrial, lo que justifica la necesidad del presente estudio. Esta investigación sigue un enfoque cuantitativo con un diseño exploratorio-descriptivo para identificar tendencias y patrones en la demanda de competencias laborales.

Se aplicó una encuesta a 50 reclutadores de empresas registradas en la Bolsa de Trabajo de la FIME-UANL. El cuestionario incluyó 22 competencias genéricas clasificadas en tres categorías:

- **Instrumentales:** habilidades cognitivas, metodológicas, técnicas y de gestión de la información.
- **Interpersonales:** comunicación, trabajo en equipo, liderazgo y ética profesional.
- **Sistémicas:** autonomía, adaptación al cambio, creatividad e innovación.

Cada competencia fue evaluada en una escala Likert del 1 al 5, donde 1 representaba "poco importante" y 5 "muy importante". Para el análisis de datos se utilizó Smart PLS, con el objetivo de determinar la relación entre las competencias y la inserción laboral de los egresados, como se observa en la Figura 1.

Figura 1. *Representación gráfica del modelo.*



Smart PLS utiliza el modelo de regresión de mínimos cuadrados parciales, es importante destacar que para este estudio se utilizó un nivel de significación (α) de .05, aunque los niveles de significación permitidos en las ciencias sociales oscilan entre .1 y .05. (Luque, 1995).

La recolección de datos permitió evaluar la percepción de los empleadores y comparar las competencias requeridas con las ofrecidas en la formación académica.

RESULTADOS

Los resultados se ven respaldados con el peso de cada factor, donde se aprecia que la variable latente "Competencias Sistémicas" tiene un valor que se considera significativa para el estudio. A continuación, se presenta la Tabla 1, con la comparación de valores del estadístico "t" teórico y práctico.

Tabla 1. *Peso de cada factor, R2, y comprobación de las hipótesis del estudio.*

Relación	Peso del factor	R^2	Estadístico T (Práctica)	Estadístico T (Teórica)	Hipótesis
$X_1 \rightarrow Y$	0.344	.505	1.544	.98	H1: Aceptada
$X_2 \rightarrow Y$	(-).124		.585		H0: Rechazada
$X_3 \rightarrow Y$	0.572		2.813		

De acuerdo a Hair (2014), valores superiores a 0.500 son denominados como "sustancial", y valores inferiores a 0.500 son denominados "débiles". La variable latente "Competencias Sistémicas" se considera de alta importancia ya que el valor de la correlación de esta variable latente con la variable dependiente es de .585 unidades (mayor a .500), lo cual puede significar que los empleadores valoran más que se recluten personas que dominen esta área de las competencias.

De manera paralela la variable dependiente “Competencias Instrumentales” aunque tuvo un valor de correlación menor a las .500 unidades no significa que esta deba descartarse del estudio sino que en comparación con las “Competencias Sistémicas” esta tiene un valor menor, finalmente la variable dependiente “Competencias Interpersonales”, tiene un valor de correlación negativo de .124 unidades, se puede interpretar de varias maneras; siendo una de ellas el hecho de que posiblemente los empleadores no priorizan este tipo de competencias frente a las otras, pero no significa que esta sea insignificante en el estudio.

Los resultados indican que las competencias sistémicas son las más valoradas por los empleadores. En particular, se encontraron correlaciones significativas entre la inserción laboral y las siguientes habilidades:

- **Aprendizaje autónomo:** R2=0.62
- **Adaptabilidad:** R2=0.58
- **Liderazgo:** R2=0.57
- **Resolución de problemas:** R2=0.54

Por otro lado, las competencias instrumentales, como el manejo de herramientas tecnológicas y la capacidad de síntesis, aunque importantes, mostraron menor impacto en la inserción laboral. Las competencias interpersonales, como la comunicación efectiva y la ética profesional, obtuvieron valores intermedios.

CONCLUSIONES

El estudio evidencia la necesidad de fortalecer las competencias sistémicas en los programas educativos de ingeniería. En este sentido, es fundamental que las universidades implementen estrategias pedagógicas innovadoras que promuevan la autonomía, la resolución de problemas y la creatividad en los estudiantes, garantizando una formación integral que responda a las demandas del mercado laboral.

En la facultad donde se llevó a cabo este estudio, se han dado pasos significativos para abordar la necesidad de desarrollar las competencias. Los programas analíticos fueron rediseñados bajo el modelo educativo 440, otorgando una mayor ponderación al Producto Integrador de Aprendizaje. Un ejemplo destacado es la unidad de aprendizaje de Química General, donde los estudiantes participan en proyectos integradores que les permiten abordar problemáticas reales relacionadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estos proyectos incluyen el diseño de prototipos o simuladores virtuales, acompañados de un protocolo detallado que fomenta competencias clave.

Además, la culminación del proyecto se da mediante exposiciones en aula y proporciona un espacio para que los estudiantes desarrollen habilidades como la capacidad de "vender" sus ideas, expresarse con claridad ante un público y demostrar liderazgo. Los mejores proyectos se presentan en la Feria STEM, un evento que refuerza estas competencias y fomenta la innovación.

Por otra parte, los resultados de investigaciones previas respaldan los hallazgos de este estudio. Por ejemplo, Díaz et al. (2024) identifican una brecha significativa entre las

habilidades blandas adquiridas en el ámbito académico y las demandas laborales actuales. Este estudio destaca la importancia de competencias como liderazgo, trabajo en equipo, comunicación efectiva y adaptabilidad, todas ellas esenciales según las expectativas de los empleadores, y que también se identificaron en nuestra investigación como prioritarias para la empleabilidad.

De manera consistente, Maldonado et al. (2024) presentan hallazgos en el programa de Ingeniería en Gestión Empresarial (TecNM, Campus Cd. Victoria) que refuerzan estas observaciones. Este estudio resalta el papel central de las estrategias didácticas activas, como el estudio de casos y la metodología de proyectos, en el desarrollo de habilidades blandas.

Los resultados reflejan que estas estrategias contribuyen significativamente al fortalecimiento de competencias en estudiantes de últimos semestres, un enfoque que coincide con el impacto positivo de las actividades pedagógicas implementadas en FIME, diseñadas para fomentar el aprendizaje significativo y la aplicación práctica de conocimientos.

Recomendaciones

La falta de alineación entre la educación superior y el mercado laboral ha sido un desafío persistente, por lo que se recomienda lo siguiente:

Revisión curricular: Incorporación de estrategias de aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje colaborativo para fomentar el desarrollo de competencias genéricas. Este enfoque permite a los estudiantes desarrollar habilidades de resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad en un entorno controlado y realista.

Implementación de programas de formación en liderazgo y emprendimiento: Fomentar la capacidad de gestión y liderazgo contribuirá a mejorar la inserción laboral y la competitividad de los egresados.

Mayor vinculación universidad-empresa: Se deben fortalecer los programas de prácticas profesionales y proyectos colaborativos con el sector industrial para garantizar una mejor transición de los estudiantes al mundo laboral.

Desarrollo de habilidades blandas: Además del conocimiento técnico, es fundamental que los programas educativos incluyan formación en comunicación, trabajo en equipo y adaptabilidad.

Se sugiere continuar con investigaciones en este ámbito y desarrollar estrategias que permitan medir y mejorar las competencias genéricas de los futuros ingenieros. Asimismo, se sugiere una colaboración más estrecha entre universidades y el sector productivo para garantizar una formación alineada con las demandas laborales actuales y futuras.

BIBLIOGRAFÍA

Castro Maldonado, J., Gómez Macho, L. & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la

sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, *27*(75), 140-174. https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/19171/18635

Díaz, Á., Esquivel, N., Posadas, M. & Hernández, M. (2024). Habilidades Blandas en la Formación de Ingenieros Industriales: Perspectivas desde el Contexto Académico y Laboral. *Anfei Digital*, (16), 420-420. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/973

Durán, C. (21 de agosto de 2018). Empleabilidad: aptitud tan escasa, tan necesaria. *Forbes México:* https://www.forbes.com.mx/empleabilidad-aptitud-tan-escasa-tan-necesaria/

García-Blanco, M., & Cárdenas-Sempértegui, E. (2018). La inserción laboral en la educación superior: La perspectiva latinoamericana. *Revista de la Facultad de Educación, 21*(2), 323–347. https://doi.org/10.5944/educXX1.16209

González-Molina, M., Enciso-Galindo, B., Arciniegas-Hurtado, L., Tovar-Arévalo, P., Bonza-Forero, P. & Arévalo-Peña, L. (2020). Importancia de las habilidades blandas para la empleabilidad y sostenibilidad del personal en las organizaciones. *Encuentros con semilleros*, *2*(2). https://revistas.poligran.edu.co/index.php/encuentros/article/view/2646/2608

Hair, J. (2014). *A Primer on Partial Least Squares structural equation modeling (PLS-SEM).* USA: 1st Ed. SAGE Publications, Inc.

Hernández, L. (10 de enero de 2019). Egresados de educación superior, sobrecalificados para empleos en México: OCDE. *El financiero*. https://www.elfinanciero.com.mx/economia/egresados-de-educacion-superior-sobrecalificados-para-empleos-en-mexico-ocde

Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.)*. McGraw-Hill.

Luque, A. G. (1995). *Técnicas de Análisis Estadístico en Ciencias Sociales.* Madrid: Servicio de Publicaciones Universidad Complutense.

Maldonado, M., Anguiano, J., Ávalos, E. & Vázquez, P. (2024). Estrategias Didácticas para Favorecer Desarrollo de Habilidades Blandas desde la Percepción de Estudiantes de Ingeniería. *ANFEI Digital*, (16), 587-587. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/991

ManpowerGroup. (16 de enero de 2024). Escasez de talento 2024. *ManpowerGroup México*. https://blog.manpowergroup.com.mx/talent-solutions/escasez-de-talento-2024

Muñoz-Osuna, F., Medina-Rivilla, A., & Guillén-Lúgigo, M. (2016). Jerarquización de competencias genéricas basadas en las percepciones de docentes universitarios.

Educación química, *27*(2), 126-132. https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v27n2/0187-893X-eq-27-02-00126.pdf

Seminara, P., Fernández, A., Pérez, S., Páez, C., & Pérez, A. (2021). El desarrollo de las competencias transversales en la carrera de bioingeniería de la UNSJ:¿ alternativa ante la deserción universitaria?. *Revista Andina de Educación, 4*(2), 28-39. https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/ree/article/view/2628/2583

Tejada Fernández, J. & Ruiz Bueno, C. (2016). Evaluación de competencias profesionales en Educación Superior: Retos e implicaciones. Educación XX1, 19(1), 17-38, https://www.redalyc.org/pdf/706/70643085001.pdf

Vargas Leyva, M. (2008). *Diseño Curricular por Competencias*. ANFEI. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/182548/libro_diseno_curricular-por-competencias_anfei.pdf

World Economic Forum (20 de octubre de 2020). The Future of Jobs Report. World Economic Forum. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf

PORQUÉ ACERCARSE A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA, UNA COMPETENCIA BLANDA DE LOS PROFESORES

WHY APPROACH GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE, A SOFT SKILL FOR TEACHERS

M. Alvarado Arellano[1]
C. García Franchini[2]
M. A. Cruz Rodríguez[3]
R. Morales Juárez[4]

RESUMEN

A partir del advenimiento de la Inteligencia Artificial Generativa [IAG], específicamente de ChatGPT, los profesores se han preguntado qué efectos tiene ésta en el perfil de los egresados a partir de sus trabajos escolares. En un estudio en años recientes, los primeros indicios encontrados marcaron la pauta de que los estudiantes la usan indiscriminadamente en sus trabajos escolares, mientras los profesores lo hacen más discretamente, sin embargo, en ambos casos se encontró que existe un sentimiento de falta de ética en la comunidad ya que se equipara a la copia y por tanto se niega su uso. Sin embargo, ante la presencia de más sistemas de IAG, su uso se ha vuelto más común y en el ambiente académico surgen las preguntas de cómo afrontarlo y orientarlo hacia actividades que mejoren el desempeño estudiantil y a su vez cómo aplicarlo correctamente para potenciar el proceso aprendizaje enseñanza. Con esta base, ante un evento de capacitación, se realizó una encuesta diagnóstica a 2882 profesores de educación superior para obtener información del porqué acercarse a la IAG y se encontró que persiste un sentimiento de incomodidad en su uso ya que solo el 32% se siente muy cómodo empleándola y solo el 6% no percibe riesgos en aplicarla.

ABSTRACT

Since the advent of Generative Artificial Intelligence (GAI), specifically ChatGPT, teachers have questioned its effects on graduates' profiles based on their academic work. A recent study found early indications that students use it indiscriminately in their assignments, while teachers do so more discreetly. However, in both cases, there is a sense of ethical concern within the academic community, as its use is often equated with plagiarism and, therefore, denied. Nevertheless, with the increasing presence of GAI systems, their use has become more common, raising questions in academia about how to address and guide it toward enhancing student performance and effectively applying it to strengthen the teaching-learning process. Based on this premise, a diagnostic survey was conducted among 2,882 higher education teachers during a training event to gather insights into their attitudes toward GAI. The results revealed a persistent discomfort with its use, as only 32% of respondents felt very comfortable using it, and just 6% perceived no risks in its application.

ANTECEDENTES

Como señalan Alvarado et al. (2024) el desarrollo de diferentes máquinas a lo largo de la historia ha tenido como objetivo el potenciar las capacidades humanas, así un exoesqueleto potencia la fuerza que el ser humano puede desarrollar y un automóvil potencia su capacidad de transportarse a lugares más lejanos más velozmente y con menor esfuerzo. Más aún,

[1] Profesora de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. maraare@yahoo.com
[2] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. cgfranchini@gmail.com
[3] Profesora de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. adelina.cruz@puebla.tecnm.mx
[4] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. ricardo.morales@puebla.tecnm.mx

mediante la función de control, en cada una de esas máquinas se integra una parte de la capacidad humana de tomar decisiones, como por ejemplo, en un termostato básico que permite asegurar el alcance de una temperatura deseada, hasta sistemas de control más sofisticados como los que se integran en los automóviles actuales para regular la calidad de la mezcla gasolina-aire en los motores de combustión interna para mejorar su eficiencia, hechos que corresponde sin duda a los inicios y despliegue de la inteligencia artificial.

Como señala Luckin (2016, como se citó en Rivas, 2023) la inteligencia artificial (IA) corresponde con "sistemas computacionales que fueron diseñados para interactuar con el mundo mediante capacidades que normalmente pensamos como humanas", por lo que con el mejoramiento de los sistemas y lenguajes de programación la IA generativa (IAG) es una parte de la evolución natural de la investigación y tecnología que se crea por el trabajo coordinado o en competencia de diferentes grupos de investigación alrededor del mundo.

En particular el entrenamiento de los sistemas de IA le ha permitido a OpenIA y otros desarrolladores crear sistemas como ChatGPT, Gemini, Copilot y DeepSeek, entre otras tecnologías similares, que han marcado un gran proceso disruptivo en el que los docentes los ven con grandes expectativas y a la vez, otros, como una amenaza. Como señala la UNESCO (2023), sistemas como los citados "[son] un modelo de lenguaje que permite a las personas interactuar con una computadora de forma más natural y conversacional" que dan respuestas convincentes a los usuarios que generan una pregunta o *prompt* al sistema.

En las conclusiones de un estudio previo Alvarado et al. (2024) señalan que se han detectado indicios de que los estudiantes hacen usos de ChatGPT en sus trabajos escolares y que esos indicios muestran un uso más estructurado del lenguaje y explicaciones alejadas de sus típicas ideas ingenuas y sobre todo que las opiniones o conjeturas vertidas en sus trabajos dan respuestas más generales alejándose de la cotidianidad y acercándose más a lo global, pero sobre todo que trabajos de diferentes estudiantes muestran similaridad de lenguaje. Lo grave es qué, de manera general, ante una encuesta, gran proporción de profesores y estudiantes negaron su uso y el grupo de investigación interpretó que esta respuesta se da porque aún existe un sentimiento de culpa similar al de copiar, hecho que se considera no ético ante la comunidad académica.

Sin embargo, nuevos indicios en el mismo espacio del trabajo previo y complementado por lo observado de manera más amplia permiten conjeturar que este comportamiento se está redireccionando. En este contexto el Tecnológico Nacional de México [TecNM], ha lanzado un proyecto de capacitación sobre el uso de ChatGPT con aplicación a la docencia (TecNM, 2025), al que se pueden inscribir libremente profesores de la institución. El ingreso del diplomado implica la respuesta de una encuesta de entrada cuyos datos son públicos y para su análisis se establece la pregunta de investigación ¿Qué acerca a los profesores a ChatGPT y tecnologías similares?.

El objetivo de la investigación exploratoria es describir lo que motiva a los profesores para acercarse a ChatGPT y lo que esperan de la misma. El contexto es de profesores de licenciatura a lo largo de todo el país y se limita solamente a la expectativa de entrada a un proceso de capacitación de libre elección. El estudio se considera importante y factible, porque dará luz a procesos de capacitación más amplios y con objetivos más específicos

centrados en las necesidades detectadas y enunciadas por los participantes al respecto de su aplicación directa en los procesos formativos de los estudiantes de ingeniería del TecNM.

METODOLOGÍA

La evolución que ha tenido la IAG en los últimos años ha sido amplia y elementos comparativos de sus parámetros se muestran en DeepSeek (2025), de tal forma que existe una variada muestra de auxiliares de IA como ChatGPT 4.0, Gemini, Copilot, DeepSeek V3, Qwen2.5, Llama3.1 y Claude-3.5, entre otras. De tal forma que no hay ya un único enfoque para las diferentes tareas que la IAG puede abordar.

Según la Alianza del Pacífico citada por García et al. (2022) las comunidades se alinean a la sociedad 4.0 y 5.0 desde donde se prevé una nueva generación de puestos de trabajo que requerirán de una reformada visión de la ingeniería centrada en el dominio más amplio de competencias sobre tecnologías digitales y competencias blandas para abordar un mundo con alta complejidad.

Desde la misma óptica señalan García et al. (2022) que modelos como el b-STEAM-3S que proponen son fundamentales para realizar adecuaciones al currículo alrededor de la mentefactura y el aprendizaje activo, sin perder de vista las recomendaciones que hace la UNESCO y la fundación SM (2022) alrededor de la educación como principal camino para disminuir las desigualdades en la sociedad y conformar un aprendizaje interdisciplinario colaborativo orientado a resolver problemas y estrategias pedagógicas que incluyan entre otras la investigación-acción, proyectos comunitarios, mejora del diálogo, el desarrollo de estudios de campo y la mejora del estudio individual incluyendo a la escritura, dándole una revaloración al docente y fortaleciendo sus nuevas competencias.

En este sentido resulta importante atender las recomendaciones de Chan y Lee (2023) en el sentido de que en el proceso educativo actual y futuro se debe de considerar a los estudiantes y profesores que ya provienen de la nueva generación que ha crecido con un constante acceso a las redes sociales y a la tecnología digital, que está resultando tecnoadicta a la IAG. Desde esta óptica retomando nuevamente a la UNESCO (2023), Fernández (2023) y Rivas (2023), que coinciden en que la educación se debe alinear correctamente a las demandas laborales emergentes que exigen “resolución de problemas no rutinarios, disposición y flexibilidad para adaptarse al ambiente laboral cambiante, matemáticas (estadística), pensamiento computacional y dominio de la programación y habilidades interpersonales”, para las competencias de egreso del nuevo profesionista.

Sin embargo, como señalan diversos autores (Ka Yuc (2023b), Pellas (2023), UNESCO (2023b)) son amplios los debates, sobre todo de los profesores, alrededor de los componentes éticos y pedagógicos del uso de la IAG y del cuidado que se debe tener en sus sesgos algorítmicos que pueden desencadenar en interpretaciones inadecuadas de los resultados que genera o incluso de la amplia dependencia a la misma que tiene las nuevas generaciones (Ka Yuc, 2023). Aunque aún con esta componente se encuentra que los estudiantes son generalmente optimistas sobre la IA generativa, viéndola como una herramienta para mejorar la productividad, la eficiencia y el aprendizaje personalizado.

Por otro lado, Labadze et al. (2023) se centran en el estudio del rol que juegan los *chatbots* inteligentes impulsados por la IA y destacan que estos han mostrado beneficios en aspectos como: asistencia en el estudio y desarrollo de tareas, apoyo en experiencias de aprendizaje personalizado y en desarrollar habilidades en áreas como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la comunicación. Propiciando ventajas en ahorro de tiempo, nuevas herramientas y enfoques pedagógicos que enriquecen la experiencia de enseñanza y aprendizaje, sobre todo (Toyokawa,2023) en acciones de educación inclusiva en el aprendizaje activo con datos.

En este mismo aspecto destaca el trabajo de Takami (2023), que desarrolló un esquema exitoso de explicaciones basadas en IA que genera descripciones personalizadas basadas en la personalidad después del aprendizaje del sistema basado en las respuestas de los estudiantes, clasificándolos en personalidades diligentes, temerosas y agradables. Con similar enfoque Hmedna et al. (2023) abordaron los estilos de aprendizaje empleando algoritmos de IA para determinarlos y después establecer mecanismo de aprendizaje basados en MOOC logrando personalización en el aprendizaje.

Por su parte Fernández (2023) promueve la inclusión en contextos de estudiantes con necesidades especiales, mientras que Xu (2022) concluye que la IAG potencia el aprendizaje personalizado y adaptativo en el ámbito de la educación STEM y Bergaoui y Ghannouchi (2023) lo hacen en enfoques adaptativos de BPM (Business Process Management), mientras Lee et al. (2023) emplean la IAG para sustentar el discurso y la creación de conocimiento en los estudiantes en entornos de aprendizaje inteligente.

En un contexto diferente, Park et al. (2023) subrayan la necesidad de considerar la formación del profesorado, la selección de herramientas y actividades apropiadas para los estudiantes, y la evaluación del aprendizaje en contextos de IA integrada, en dónde el principal desafío fue la falta de confianza de los profesores en su propio dominio sobre la IA.

Por otro lado, en un contexto no educativo, Ghallab (2019) plantea los desafíos sobre un uso responsable de la IA y se centra en cómo fomentar los esfuerzos de investigación y desarrollo hacia aplicaciones socialmente beneficiosas, y en cómo tener en cuenta y mitigar los riesgos humanos y sociales de los sistemas de IA. De manera similar Coppi et al. (2021), exploran los sistemas automáticos de decisiones juntamente con la IA en la acción humanitaria y destacan el problema de la opacidad y la necesidad de un marco ético de acción en la IA.

Complementando este tema Bibri et al. (2023), exploran el campo de las ciudades inteligentes en la búsqueda de soluciones holísticas y concluyen que la IA es un elemento esencial que debe ser aprovechado integrándola con el Internet de las cosas (IoT) y Big Data, conocidas como AIoT para predecir patrones y tomar decisiones informadas especialmente en áreas de energía, trasporte, gestión de residuos y edificios.

Como se observa es amplio el repertorio de propuesta pedagógicas y de aplicación que se estudian a lo largo de los espacios académicos y productivos, por lo que se concluye que hay un campo propicio de experiencias que permiten situar el contexto de la investigación, para indagar qué es lo que motiva a los profesores del TecNM para acercarse a ChatGPT y tecnologías similares.

Para dar indicios de respuesta a la pregunta de investigación se realizó un diseño de investigación exploratoria, de naturaleza descriptiva utilizando el requisito de ingreso al Diplomado en Integración de Inteligencia Artificial en Escenarios de Aprendizaje del TecNM (TecNM, 2025) a desarrollarse en la plataforma MOODLE en línea a partir de enero 2025, que corresponde a una encuesta inicial cuyos datos son públicos a los profesores que se inscriben y a la vez se compara con las conclusiones a los indicios del uso de la IAG de Alvarado, et al. (2024). En dicho diplomado se concluyó la encuesta con 2882 datos de profesores (89%) y estudiantes (9%) usuarios, siendo el tamaño de la muestra el total de inscritos de manera voluntaria dentro de una invitación abierta a la población de cerca de 30,000 profesores del TecNM. La muestra incluye por nivel educativo máximo alcanzado: 22% con licenciatura, 49% con maestría y 28% con doctorado. El 69% de la muestra tiene más de 10 años de docente, el 19% entre 5 y 10 años y solamente el 12% menos de 5 años. La encuesta consta de 20 preguntas que describen los motivos de acercarse a la IAG y de éstas se obtiene diagramas descriptivos relativos como estadístico base, ya que se trata de una investigación exploratoria.

RESULTADOS

Considerando las preguntas demográficas se obtiene que 89% de la muestra son profesores y el resto estudiantes, con un nivel educativo de posgrado el 77% por lo que se asegura que ese 77% tiene competencias de investigación bien estructuradas. No en todos los casos los participantes respondieron a todas las preguntas, sin embargo, se considera que el segmento que lo hizo es representativo de cada aspecto.

Las figuras 1 a 14 muestran la pregunta realizada y la distribución porcentual de las respuestas. En particular las figuras 1 y 2 describen datos sobre la docencia en cuanto a nivel y el área de desempeño, mientras las 3 y 4 clarifican la frecuencia y uso previo de herramientas tecnológicas en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Figura 1. *Nivel en que se imparte clase.*

Figura 2. *Área en que se imparte clase.*

Figura 3. *Uso previo de herramientas tecnológicas.*

Figura 4. *Frecuencia de uso de herramientas tecnológicas.*

Las figuras 5 y 6 señala sí los participantes usan o solamente saben de la existencia de la IAG. Por otro lado, las preguntas 7, 8 y 9, permiten cuantificar el acercamiento de los participantes a la IAG, mientras la figura 10 orienta sobre la sensación de incomodidad al usar la IAG, en particular ChatGPT. Finalmente las figuras 13 y 14, orientan sobre el compromiso ético y los riesgos esperados en la docencia al aplicar la IAG, en opinión de los participantes.

Figura 5. *Herramientas tecnológicas empleadas.*

Figura 6. *Conocimiento de la existencia de aplicaciones de IAG.*

Figura 7. *Familiaridad con el concepto de IAG.*

Figura 8. *Definición de que es la IAG.*

Figura 9. *Uso previo de la IAG.*

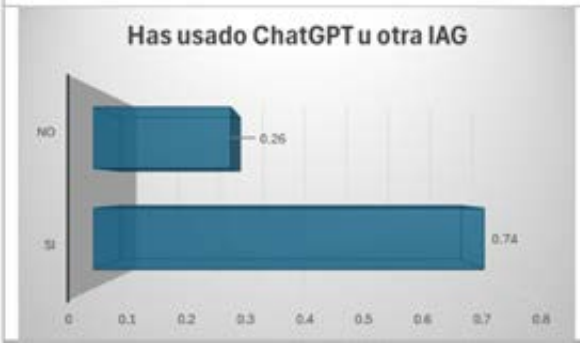
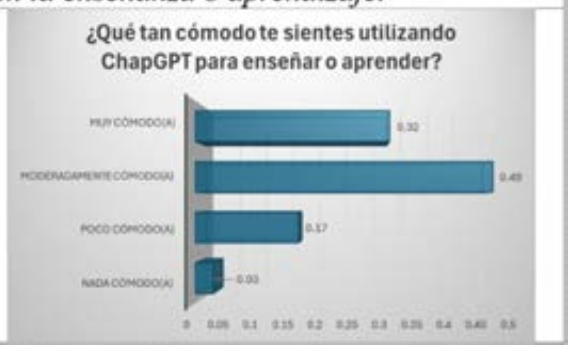


Figura 10. *Comodidad al usar ChatGPT en la enseñanza o aprendizaje.*



CONCLUSIONES

De acuerdo con cada una de las preguntas correspondientes se obtienen importantes hallazgos que implican diferencias importantes con la información obtenida según Alvarado (2024). De manera inicial los profesores más interesados tienen el nivel de estudios de posgrado (77%) y esto se relaciona con el hecho de que los profesores con mayor antigüedad son los que exclusivamente tienen licenciatura y en segundo término porque los profesores con posgrado están más familiarizados con la tecnología y los procesos de investigación que pueden potenciarse mediante la IAG.

Figura 11. *Enriquecimiento del proceso educativo empleando IAG.*

Figura 12. *Necesidades de aprendizaje sobre la IAG.*

Figura 13. *Intensidad del riesgo percibido con el uso de IAG.*

Figura 14. *Exploración de aspectos éticos al estudiar IAG.*

Un segundo hallazgo a partir de los datos demográficos corresponde a que el 88% de los profesores participantes es docente con más de 5 años de antigüedad, por lo que buscan consolidar más su preparación en términos de docencia de manera complementaria a su profesión.

La figura 1 representa un retroceso ya que los profesores que tienen interés en la IAG imparten curso en posgrado (78%) y solamente 22% son profesores de licenciatura exclusivamente, lo que implica una dificultad en cuanto aspectos de capacitación y uso formal de la IAG, adicionalmente en la figura 2 se muestra que el 67% de los profesores corresponde con las áreas de tecnología y ciencias, que se apega a la distribución porcentual de la población del TecNM que corresponde de manera cercana al 70% para las ingenierías y 30% para las licenciaturas.

La figura 3 destaca que el 92% sí ha hecho uso de la tecnología y se complementa con los datos de la figura 2 que concluye que el 79% sí emplea tecnología para el proceso enseñanza-aprendizaje permanentemente, sin embargo, la figura 5 clarifica que la tecnología referida es principalmente para presentaciones (56%), en segundo lugar plataformas educativas (28%) y de manera escasa con 13% las herramientas de generación de contenido, como referencia indirecta a la IAG con lo que se justifica el porqué, participan en el proyecto del diplomado. De manera complementaria se debe analizar la figura 6 que con 53% establece conocer la IAG para redacción de textos (refiriéndose a ChatGPT) y se le puede adicionar la creación de imágenes con 16% (como Da Vinci y Fotor).

La figura 7 y 8 marcan un acercamiento débil a la IAG ya que apenas 52% está moderadamente familiarizado con ella y cerca del 85% lo relaciona con la generación de contenidos a partir de “bases de datos”. Las figuras 9 y 10 son un gran avance respecto de los datos de la investigación previa ya que 74% afirma haber utilizado la IAG, pero aún se sienten moderadamente cómodos (49%) e incómodos el 20%, es decir 69% aún lo relaciona con situaciones no éticas como la copia.

Las figuras 11 y 12 muestran un crecimiento de la confianza en la IAG para enriquecer el proceso educativo mostrada por 85%, siendo que al 50% le interesan las aplicaciones educativas y solamente el 29% se preocupa por las consideraciones éticas. Finalmente, en la figura 13 se muestra que solamente el 10% cree que hay mucho riesgo en su uso, mientras la figura 14 distribuye de manera moderadamente diferenciada los riesgos de referencia con la preocupación de la dependencia tecnológica (38%), los sesgos de la IAG (32%) y de manera ligeramente menor la privacidad de los datos (26%).

De manera general se considera que la pregunta de investigación se responde de manera adecuada, ya que los integrantes de la muestra definen las mismas preocupaciones y necesidades que se discuten por los diferentes autores mostrados en la metodología, pero se ha evolucionado positivamente en el sentido de que los profesores reconocen abiertamente el uso de la IAG, pero aun así persiste el sentimiento de incomodidad o de culpa sobre su uso lo que se interpreta en el sentido de que no existe aún un uso formativo para el pensamiento crítico y más bien se da uso directo a los resultados generados por la IAG. El enfoque y sentimiento sobre la IAG que han mostrado los profesores se replica de manera directa en el pensamiento de los estudiantes, ya que los profesores esas esa referencia en el aula.

Con estos datos, se recomienda y se muestra que los diferentes tópicos mostrados por el trabajo de las diversas investigaciones mostradas en este trabajo deben de ser revisados con acuciosidad para, a partir de sus conclusiones, organizar cursos, grupos de discusión y diplomados (entre otras acciones) que permitan incrementar las competencias docentes y estudiantiles, ya que solamente usando la IAG se podrá conformar una estructura y pensamiento ético sobre su uso. Lo cual es motivo de una futura investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, M., García, C., Flores, V. (2024). Indicios del uso estudiantil de la IA generativa. *ANFEI Digital.* Año 11, No. 16. México. www.anfei.mx/revista

Bergaoui, N., Ghannouchi, S.A. (2023). A BPM-based approach for ensuring an agile and adaptive learning process, *Smart Learning Environments. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00259-5*

Bibri, S.E., Alexandre, A., Sharifi, A., Krogstie, J. (2023). Environmentally sustainable smart cities and their converging AI, IoT, and big data technologies and solutions: an integrated approach to an extensive literature review, *Energy Informatics. https://doi.org/10.1186/s42162-023-00259-2*

Chan, C., Lee, K. (2023). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT in teaching and learning than their Gen X and millennial generation teachers? *Smart Learning Environments, Springer Open.* https://doi.org/10.1186/s40561-023-00269-3

Coppi, G, Moreno, R., Kyriazi, S. (2021). Explicability of humanitarian AI: a matter of principles. *Journal of International Humanitarian Action, Springer Open.* https://doi.org/10.1186/s41018-021-00096-6

DeepSeek. (2025). Página oficial https://www.deepseek.com/

Fernández, M. (2023). La Inteligencia Artificial en Educación. Hacia un Futuro de Aprendizaje Inteligente. *Colección Estudios Culturales, Serie Educación y Sociotecnociencia.* Venezuela.

García, C., Alvarado, M. (2023). Orientar las competencias matemáticas a la mentefactura. *ANFEI Digital.* Año 10, No. 15. México. www.anfei.mx/revista

García, C., Alvarado, M., Torrijos, M. P. (2022). Propuesta de modelo b-STEAM-3S y su esencia: la lección. *ANFEI Digital.* Año 9, No. 14. México. www.anfei.mx/revista

Ghallab, M. (2019). Responsible AI: requirements and challenges, *AI Perspectives*. https://doi.org/10.1186/s42467-019-0003-z

Hmedna, B., Bahhi, A., Mezouary, A., Baz, O. (2023). Unlocking teachers' potential: MOOCLS, a visualization tool for enhancing MOOC teaching. *Smart Learning Environments. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00277-3*

Ka Yuk, C., Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: perceptions, benefits, and challenges in higher education, *Smart Learning Environments, Springer Open. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8*

Ka Yuk, C., Lee, K. (2023b). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT in teaching and learning than their Gen X and millennial generation teachers?, *Smart Learning Environments, Springer Open. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00269-3*

Labadze, L., Grigolia, M., Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review, *Smart Learning Environments, Springer Open. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1*

Lee, A., Tan, S., Teo, Ch. (2023). Designs and practices using generative AI for sustainable student discourse and knowledge creation. *Smart Learning Environments, Springer Open.* https://doi.org/10.1186/s40561-023-00279-1

Park, J., Teo, T.W., Teo, A., Chang, J., Huang, J.S., Koo, S. (2023). Integrating artificial intelligence into science lessons: teachers' experiences and views, *International Journal of STEM Education*. https://doi.org/10.1186/s40594-023-00454-3

Pellas, N. (2023). The influence of sociodemographic factors on students' attitudes toward AI-generated video content creation. *Smart Learning Environments, Springer Open. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00276-4*

Rivas, A., Buhbinder, N. Barrenechea, I. (2023). El future de la Inteligencia Artificial en educación en América Latina. *Profuturo y OEI.*

Takami, K., Flanagan, B., Dai, Y., Ogata, H. (2023). Personality-based tailored explainable recommendation for trustworthy smart learning system in the age of artificial intelligence. *Smart Learning Environments. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00282-6*

TecNM. (2025). Diplomado en Integración de Inteligencia Artificial en Escenarios de Aprendizaje. 1.1 Cuestionario Diagnóstico. https://foprodesemiconductores.aguascalientes.tecnm.mx/aula/course/view.php?id=25&section=2

Toyokawa, Y., Horikoshi, I., Majumdar, R., Ogata, H. (2023). Challenges and opportunities of AI in inclusive education: a case study of data-enhanced active reading in Japan, *Smart Learning Environments, Springer Open. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00286-2*

UNESCO. (2023). Oportunidades y desafíos de la era de la inteligencia artificial para la educación superior. Una introducción para los actores de la educación superior. *Código de Documento: ED/HE/IESALC/IP/2023/27*http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/

UNESCO. (2023b). ChatGPT e Inteligencia Artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido. *Código de Documento: ED/HE/IESALC/IP/2023/12* http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/

UNESCO y Fundación SM. (2022). Reimagining our futures together: A new social contract for education. http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/

Xu, W., Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021, *International Journal of STEM Education. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5*

CONSTRUYENDO UN NUEVO MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA PARA INGENIEROS

BUILDING A NEW BASIC PHYSICS LABORATORY MANUAL FOR ENGINEERS

S. C. Zúñiga Martínez[1]
J. O. Martínez Cázares[2]
P. G. Nieto Delgado[3]

RESUMEN

La tecnología ha ido avanzando y esto ha influenciado en el uso de nuevos instrumentos en los laboratorios didácticos universitarios, lo que ha provocado un cambio sustancial en el diseño de prácticas de laboratorio de Física y por consiguiente también en la realización de nuevos experimentos con la creación de manuales de Laboratorio acordes con la tecnología actual. En el presente trabajo se busca obtener información acerca de las necesidades, características y habilidades de los estudiantes para la estructuración y diseño de un nuevo manual de la materia de "Física A" que llevan los estudiantes del Departamento de Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), por lo que se han formulado preguntas en una encuesta online a 360 alumnos de la Facultad de Ingeniería (UASLP), con la finalidad de identificar las dificultades que se presentan en la elaboración de dichas prácticas. Se hicieron dos encuestas llamadas encuesta de entrada que se realizó a principios del semestre y la otra llamada encuesta de salida al finalizar el mismo, con la finalidad de conocer necesidades, características y habilidades de los estudiantes las cuales serán tomadas en cuenta en la construcción del nuevo manual de prácticas. De los resultados de las encuestas podemos mencionar que un número significativo de estudiantes manifiestan no haber llevado previamente ningún laboratorio de ciencias en el bachillerato, aunque si mencionan tener una actitud positiva ante el uso de actividades experimentales para aprender Física, lo cual es un parteaguas para la construcción del manual mencionado.

ABSTRACT

Technology has been advancing and this has influenced the use of new devices for university teaching laboratories, which has caused a substantial change in the design of Physics laboratory practices and consequently also in the design of new experiments and the creation of Laboratory manuals more in line with current technology. In this work we seek to obtain information about the needs, characteristics and skills of students for the structuring and design of a new manual for the subject "Physics A" taken by students of the Department of Physics Mathematics of the Autonomous University of San Luis Potosí (UASLP), so questions have been formulated in an online survey to 360 students of the Faculty of Engineering (UASLP), in order to identify the difficulties that arise in the development of said practices. Two surveys were made called an entrance survey that was carried out at the beginning of the semester and the other called an exit survey at the end of it, in order to know the needs, characteristics and skills of the students which will be taken into account in the construction of the new practice manual. From the results of the surveys we can mention that a significant number of students say they have not previously carried out any science laboratory in high school, although they do mention having a positive attitude towards the use of experimental activities to learn Physics, which is a turning point for the construction of the aforementioned manual.

[1] Profesor de Asignatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Departamento Físico Matemático y Facultad de Ingeniería. soraida.zuniga@uaslp.mx
[2] Técnico Académico. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Departamento Físico Matemático. orlando.martinez@uaslp.mx
[3] Profesor de Asignatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Departamento Físico Matemático. guillermo.nieto@uaslp.mx

ANTECEDENTES

El laboratorio de física del Departamento de Físico Matemáticas (DFM), de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) atiende actualmente a un aproximado de 800 alumnos cada semestre, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la misma universidad correspondientes a las materias de Física A, B, C y D que se imparten para diferentes carreras. Los alumnos son de diversas carreras del área de la ingeniería, por lo tanto, la importancia de tener una experiencia de laboratorio didáctica, con una estrategia clara y alcanzable es altamente deseable. Cabe mencionar que, en la mayoría de los estudiantes, es decir, 630 de los alumnos llevan la materia llamada Física A y por lo tanto su laboratorio, que toca temas relacionados con la dinámica de la partícula en una y dos dimensiones. Entonces, con el propósito de facilitar la elaboración de prácticas y de reportes para la materia de Laboratorio de Física A, se plantea tener una actualización del manual, tomando en cuenta que el manual existente no ha tenido un cambio significativo en los últimos 15 años. Para realizar lo anterior, se plantearon dos encuestas en línea: al inicio y término del semestre 2024-2025 I (agosto-diciembre del 2024), que ayudaron a medir varias cosas: la percepción de alumnos que han llevado algún manual de laboratorio previo, si les parecía más accesible el uso de un manual de laboratorio, así como la habilidad que pueden tener ellos para el aprendizaje de la materia de Física A con la realización de prácticas de laboratorio, entre otros.

El objetivo es sustentar la necesidad de una actualización al manual de laboratorio de Física A que está en uso en el DFM, tomando en cuenta las necesidades, características y habilidades de los estudiantes.

Como preguntas de investigación tendremos: ¿Cuál es el perfil de los estudiantes (necesidades, características y habilidades) que llevarán el curso de laboratorio de Física A en el DFM?, ¿cómo tomar en cuenta dicho perfil de los estudiantes para actualizar el manual de laboratorio de Física en el DFM?

Al tomar en cuenta lo anterior, se puede diseñar una actualización al manual de laboratorio que fortalezca de manera didáctica la experimentación que se lleva a cabo por medio de las prácticas del laboratorio de Física A, en el DFM con estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UASLP. Cabe mencionar que las materias de Física que se imparten y en especial el curso de Física A, son muy importantes ya que son la base sobre la que se fundamentan muchas de las materias de las respectivas carreras de Ingeniería por lo que el tener un aprendizaje significativo, reforzado con la parte experimental del laboratorio es crucial para la buena formación académica de los futuros ingenieros.

METODOLOGÍA

Las prácticas de laboratorio en la enseñanza universitaria de la física son fundamentales para consolidar el aprendizaje teórico y desarrollar habilidades científicas en los estudiantes. Estas actividades permiten la aplicación práctica de conceptos que fomentan el pensamiento crítico y promueven la comprensión profunda de los fenómenos físicos.

Tradicionalmente, las prácticas de laboratorio se han basado en guías estructuradas que indican procedimientos detallados. Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que este enfoque puede limitar el aprendizaje significativo. Pereira y Suárez (2024) argumentan que el uso de guías de laboratorio estructuradas es pedagógicamente inadecuado para un

aprendizaje significativo, y proponen un cambio hacia actividades que reflejen el trabajo científico real y una visión constructivista del aprendizaje, como las mostradas en la investigación acerca de laboratorios sin aulas de bajo costo mediante tecnologías aplicadas al conocimiento para formar ingenieros de Zúñiga et al. (2019), o la práctica de bajo costo usando un celular para medir las variaciones de la aceleración-fuerza en un elevador de Zúñiga et al. (2022).

En este sentido, el enfoque problematizado en las prácticas de laboratorio ha ganado atención, como en las investigaciones acerca de prácticas de laboratorio de bajo costo usando tecnología aplicadas al conocimiento en Zúñiga et al. (2021). Este método se centra en presentar situaciones problemáticas semiabiertas que requieren que los estudiantes formulen hipótesis, diseñen experimentos o prototipos y analicen resultados, promoviendo así el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y una comprensión más profunda de la física. Becerra y Silva (2024) evaluaron este enfoque y encontraron que contribuye significativamente al desarrollo de habilidades de pensamiento científico y a la comprensión conceptual de la física y la química en estudiantes universitarios.

Además, la integración de tecnologías modernas en las prácticas de laboratorio ha mostrado ser beneficiosa. Por ejemplo, de acuerdo a Rodríguez-Llerena & Llovera-González (2021), el uso de sistemas de adquisición de datos basados en plataformas como Arduino ofrece una alternativa simple y de bajo costo para la enseñanza experimental de la física. Estos sistemas permiten a los estudiantes interactuar con herramientas contemporáneas, facilitando la comprensión de conceptos complejos y preparando a los estudiantes para desafíos tecnológicos actuales.

Es esencial que las prácticas de laboratorio en física no solo se centren en la confirmación de teorías conocidas, sino que también fomenten la exploración, la indagación y el pensamiento crítico. Al adoptar enfoques didácticos innovadores y aprovechar las tecnologías disponibles, se puede enriquecer la experiencia educativa y preparar a los estudiantes para enfrentar problemas reales con una mentalidad científica y analítica.

Es importante mencionar que institucionalmente se solicita el uso de manuales para los laboratorios didácticos de las materias básicas como lo es el caso del laboratorio de la materia de Física A, que se imparte en el DFM. Para lograr mejorar y actualizar dicho manual de laboratorio, se considera importante conocer el contexto de los estudiantes que lo usarán, para así generar un producto que sea adecuado a las necesidades y contexto académico de los estudiantes que harán uso del mismo, por lo anterior, se realizaron dos encuestas (formularios online) que se aplicaron a los alumnos al principio (Entrada) y al término (Salida) de su estadía por el laboratorio de Física A usando el manual actual, para conocer sus percepciones.

En la encuesta de “Entrada”, los dos primeros reactivos son básicamente información propia del alumno en relación con el día y la hora en que llevan la materia de laboratorio, es decir la encuesta no fue anónima. El tercer reactivo se refiere acerca de si el alumno en su bachillerato llevó algún laboratorio de cualquier tipo, para poder hacer una evaluación general de que aspectos previos podemos considerar para el nuevo manual de laboratorio de Física A; esto nos lleva al cuarto reactivo donde se cuestiona si en alguno de esos laboratorios, el alumno llevó a cabo los experimentos basado en algún manual o instructivo que le

permitiera guiarse de mejor manera para la realización del experimento y por consiguiente también una mejor comprensión de la teoría de la materia de Física A.

Ahora bien, no siempre el uso de algún manual es indicativo de un óptimo desempeño en dicha clase de laboratorio, puesto que cada alumno posee diferentes habilidades ya sea manuales o de otra índole; entonces el quinto reactivo está diseñado para evaluar esta cuestión y poder enfocar más claramente el objetivo final.

En el reactivo seis de la encuesta de "Entrada" se trató de identificar el nivel de dificultad para la comprensión de indicaciones escritas o dichos de viva voz y así poder tener cercanía a las inquietudes del alumnado. Para finalizar con la encuesta de "Entrada" el reactivo siete se refiere a la importancia de algún apoyo visual (aparte del escrito y el dado de viva voz) que pudieran acompañar a las indicaciones de alguna práctica; por apoyo visual se comprenden: imágenes, esquemas o fotografías de los aparatos que se van a utilizar en las prácticas.

Para la encuesta de "Salida" acerca de laboratorio de Física A se plantearon las mismas 2 primeras preguntas con la finalidad de llevar un control, es decir, información propia del alumno en relación con el día y la hora en que lleva la materia de laboratorio, es decir la encuesta no fue anónima; ya en el tercer reactivo se planteó la pregunta acerca de la importancia de realizar experimentos de Física para la comprensión de la teoría, y en el cuarto reactivo se hizo el cuestionamiento de la claridad del manual actual.

Tratando de hacer una comparación con la Encuesta de Entrada acerca del laboratorio de Física se planteó el reactivo cinco con la pregunta acerca del uso de esquemas o imágenes de los aparatos en un manual de laboratorio de Física y ya para finalizar se propuso en el reactivo seis, con la pregunta acerca del uso específico de una imagen, un esquema o una descripción escrita y en la última pregunta, reactivo siete, el tiempo (promedio) para la lectura y comprensión de toda una práctica.

Las primeras dos preguntas de las encuestas se refieren a información propia del alumnado, se propusieron como posibles respuestas los diferentes horarios y días en que tomaron el laboratorio de Física A que se imparte para alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UASLP; ahora para las demás preguntas, estas fueron diseñadas para obtener respuestas rápidas, concisas y poder hacer una evaluación directa, por lo que se planteó la respuesta dicotómica con posibles si/no y para otras preguntas se planteó la escala de Likert de 5 puntos para poder incluir una opción intermedia o neutral, para así poder obtener una mejor evaluación con respecto de las opiniones del alumnado.

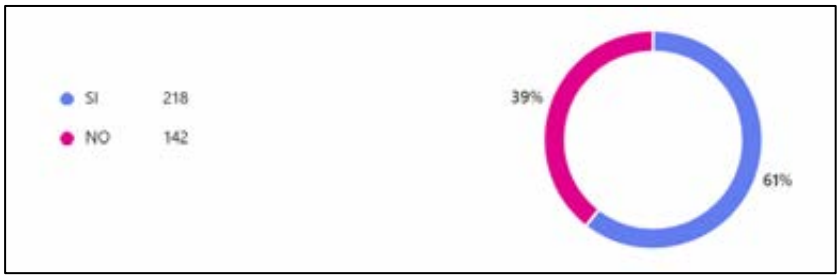
RESULTADOS

Se muestran las preguntas y los resultados de las encuestas de "Entrada" y de "Salida" aplicados a 360 alumnos del laboratorio de Física A en el DFM, durante el semestre 2024-2025 I (agosto-diciembre del 2024). A continuación, se presentan las preguntas de las encuestas de entrada y salida, para lo cual, nombraremos con letra E las de entrada, y las de salida con letra S, se les dio una numeración continua a las preguntas de la encuesta de salida, con respecto a las de entrada, para hacerlo más práctico.

E1.- Llevé algún Laboratorio en el bachillerato, ya sea de materias: como ¿Física, Química, Biología, etc.?

En la Figura 1, se muestra que la mayoría de los alumnos, es decir el 61% de los alumnos que ingresan a llevar el laboratorio de Física A, si llevaron laboratorios de alguna materia previamente en su bachillerato, y el 39 % no llevaron ningún laboratorio previamente.

Figura 1. *Gráfica correspondiente a la pregunta E1, de la encuesta de Entrada: Llevé algún Laboratorio en el bachillerato, ya sea de materias como: ¿Física, Química, Biología, etc.?.*



E2.- ¿Dentro de los laboratorios que llevé en bachillerato usé un manual de Laboratorio?

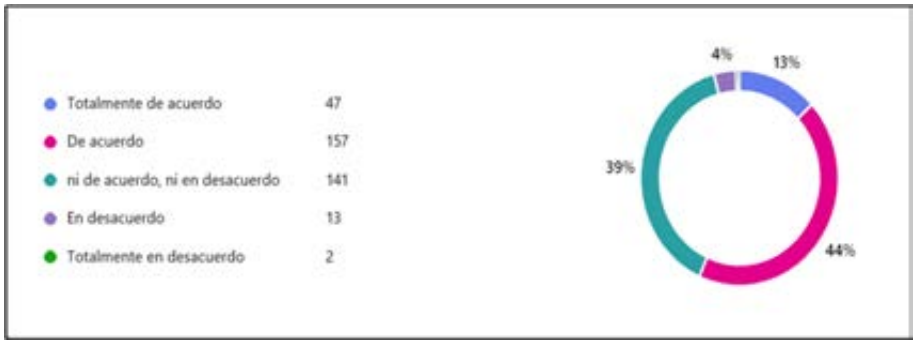
La Figura 2 muestra que solo el 29% de los encuestados si ha usado un manual de laboratorio previamente durante el bachillerato y el 39% no usaron un manual en los laboratorios en el bachillerato. Entonces podemos afirmar que menos de la tercera parte de los encuestados usaron previamente un manual en el laboratorio.

Figura 2. *Gráfica correspondiente a la pregunta E2, de la encuesta de Entrada: ¿Dentro de los laboratorios que llevé en bachillerato usé un manual de Laboratorio?.*

E3.- ¿Me resulta fácil realizar prácticas y/o actividades experimentales en el Laboratorio de Física o en la materia de Física?

En la Figura 3 se muestra los porcentajes de respuestas a la pregunta E3, de lo cual se sabe que el 44% de los alumnos están de acuerdo, y el 13% están totalmente de acuerdo con que, les resulta fácil realizar prácticas y/o actividades experimentales en el Laboratorio de Física o en la materia de Física, por lo que podemos decir que los estudiantes tienen en su mayoría una actitud positiva ante realizar prácticas y/o actividades experimentales en Física.

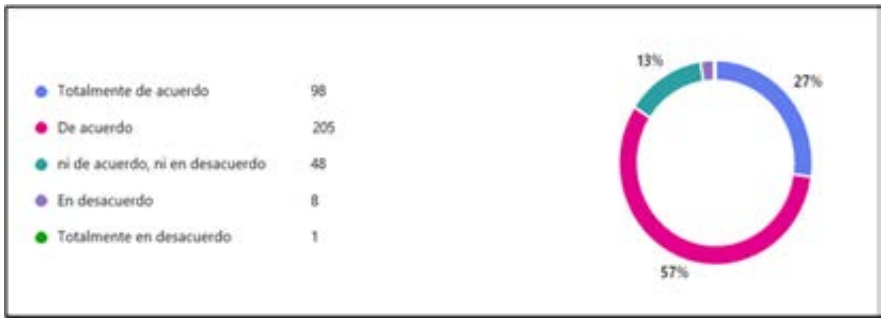
Figura 3. *Gráfica correspondiente a la pregunta E3, de la encuesta de Entrada: ¿Me resulta fácil realizar prácticas y/o actividades experimentales en el Laboratorio de Física o en la materia de Física?.*



E4.- ¿Me resulta fácil seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas?

En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos para la pregunta E4 de la Encuesta de Entrada, por lo que podemos afirmar que el 57% están de acuerdo, y el 27 % están totalmente de acuerdo en que, les resulta fácil seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas. Es decir, hay una actitud positiva ante el hecho de seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas.

Figura 4. *Gráfica correspondiente a la pregunta E4, de la encuesta de Entrada: ¿Me resulta fácil seguir las indicaciones necesarias para realizar una práctica de laboratorio o actividad experimental en Física a partir de instrucciones escritas?.*

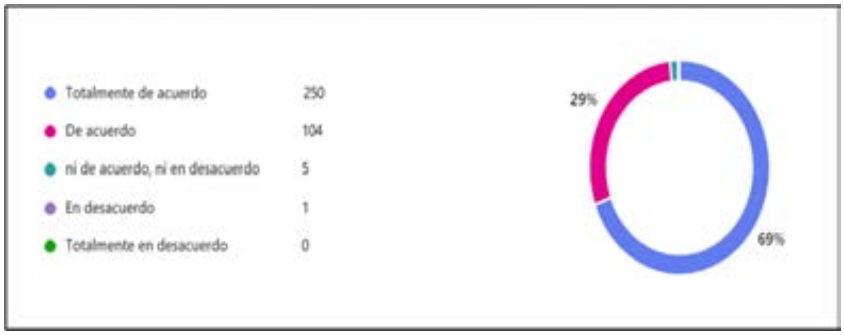


Y para finalizar con la encuesta de Entrada se formuló la siguiente pregunta:

E5.- ¿Considero que es muy importante que exista apoyo visual (imágenes, esquemas o fotografías) que acompañen las indicaciones de una práctica?

De la Figura 5, se observa que la mayoría, es decir el 69% de los alumnos consideran estar totalmente de acuerdo en que es muy importante que exista apoyo visual (imágenes, esquemas o fotografías) que acompañen las indicaciones de una práctica.

Figura 5. *Gráfica correspondiente a la pregunta E5, de la encuesta de Entrada: ¿Considero que es muy importante que exista apoyo visual (imágenes, esquemas o fotografías) que acompañen las indicaciones de una práctica?.*

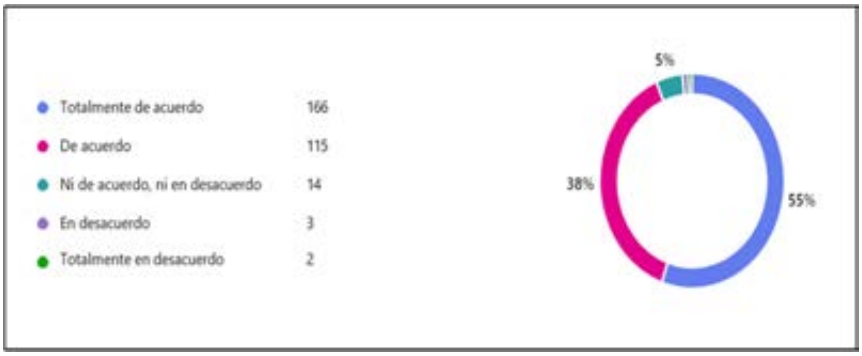


A continuación, se tienen los resultados para la Encuesta de Salida, la que se indica con la letra S, donde se muestra la pregunta y sus resultados correspondientes.

S6.- ¿Es muy importante para mí contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica?

En la Figura 6 se tiene que el 55% de los encuestados están totalmente de acuerdo y 38 % de acuerdo en que, es muy importante para ellos el contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica.

Figura 6. *Gráfica correspondiente a la pregunta S6 de la Encuesta de Salida: ¿Es muy importante para mí contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica?*



S7.- ¿Te pareció claro el Manual de Física A que llevaste en este curso?

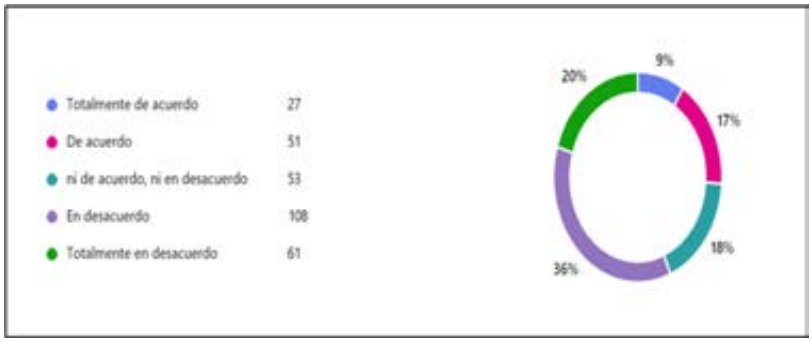
En la Figura 7, el 83% de los encuestados afirma que les pareció claro el Manual de Física A que llevó durante en el curso. Debemos hacer notar que, para la realización de las encuestas los alumnos debieron dar su nombre y su horario de laboratorio, entonces, si las respuestas hubiesen sido anónimas tal vez los resultados hubieran cambiado un poco.

Figura 7. *Gráfica correspondiente a la pregunta S7 de la Encuesta de Salida: ¿Te pareció claro el Manual de Física A que llevaste en este curso?*

S8.- ¿Es entendible un manual de prácticas de laboratorio que NO contienen esquemas o imágenes de los aparatos e instrumentos que se usaran en las mismas?

En la Figura 8 el mayor porcentaje, estuvo en desacuerdo (36%) o totalmente en desacuerdo (20%), o sea, la mayoría de los alumnos prefiere un manual con imágenes que le ayuden al desarrollo de la práctica.

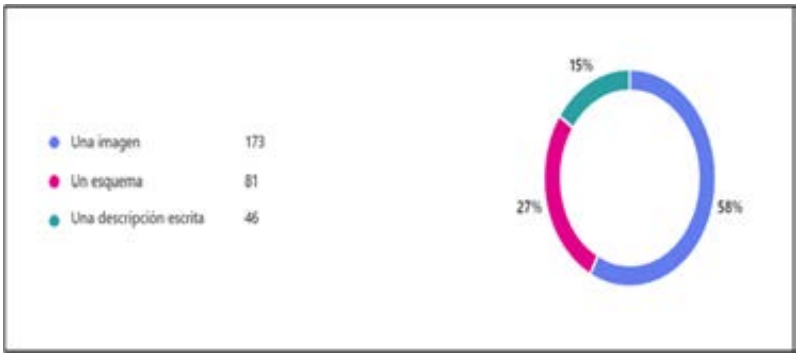
Figura 8. *Gráfica correspondiente a la pregunta S8 de la Encuesta de Salida: ¿Es entendible un manual de prácticas de laboratorio que NO contienen esquemas o imágenes de los aparatos e instrumentos que se usaran en las mismas?.*



S9.- Para comprender una indicación en el manual prefiero: ¿una imagen, un esquema o una descripción escrita?

En la Figura 9, se observa que la mayoría de los encuestados, es decir el 58% de ellos prefiere una imagen para comprender una indicación en el manual.

Figura 9. *Gráfica correspondiente a la pregunta S9 de Encuesta de Salida: Para comprender una indicación en el manual prefiero: ¿una imagen, un esquema o una descripción escrita?.*



S10- ¿Cuánto tiempo (en promedio) te tomó el leer y comprender una sola práctica hasta comprenderla toda?

En la Figura 10, se observa que el mayor porcentaje de alumnos que es el 51% indicó que le toma entre 4 y 8 minutos leer y comprender la práctica, se debe tomar en cuenta que los estudiantes están restringidos a realizar la práctica en 55 minutos, que es lo que dura la clase de Laboratorio.

Figura 10. *Gráfica correspondiente a la pregunta S10 de Encuesta de Salida: ¿Cuánto tiempo (en promedio) te tomó el leer y comprender una sola práctica hasta comprenderla toda?*

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los estudiantes consideramos que el aprendizaje kinestésico es muy importante en la rama de la física, ya que la mayoría de los estudiantes están de acuerdo o totalmente de acuerdo con que es muy importante para ellos contar con prácticas y experimentos en el Laboratorio de Física para comprender mejor los conceptos aprendidos en la clase teórica. También, es de importancia que además de las indicaciones de un docente, exista un manual escrito que sirva como guía para la realización de experimentos de física y que dicho manual sea actualizado regularmente, para cubrir los grandes avances que está mostrando la tecnología.

Dicho esto, es de suma importancia que el manual de Laboratorio de Física A contenga imágenes muy claras, tanto del montaje como del uso de los aparatos que se usarán para el experimento, ya que la mayoría de los estudiantes encuestados así lo manifiesta. Por lo anterior, se propondrá una actualización al manual del Laboratorio de Física A que considere los resultados de esta investigación al hacer uso de imágenes más actuales, incorporando el uso de nuevas tecnologías, un lenguaje claro y objetivo que mejore el que ya es usado actualmente en el laboratorio. Lo anterior en aras de mejorar el aprendizaje de los conceptos relacionados con la física, lo cual impactaría en la mejora de la formación académica básica de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UASLP.

BIBLIOGRAFÍA

Labra, C. B., & Arias, L. A. S. (2024). Trabajo de laboratorio en física y química a través de un enfoque problematizado. *Revista de enseñanza de la física, 36*(1), 53–66. https://dx.doi.org/10.55767/2451.6007.v36.n1.45312

Pereira, A., & Suárez, Á. (2024). *Las actividades de laboratorio en Física: un cambio en la estructura a favor del conocimiento científico* [Preprint]. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.10151

Rodríguez-Llerena, D., & Llovera-González, J. (2021). Trabajo de laboratorio en física con sistemas de adquisición de datos. *Formación Universitaria*, 14(2), 141-150

Zúñiga, S., Zermeño, E., Briones, O., & Moreno, N. (2019). Laboratorios sin aulas de bajo costo mediante tecnologías aplicadas al conocimiento para formar ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 11*, 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/572/1212

Zúñiga, S., Zermeño, E., Moreno, N., & Nieto, P. (2021). Práctica de laboratorio de bajo costo, usando TAC en la nueva normalidad. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 13*, [páginas]. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/766

Zúñiga, S., Zermeño, E., & Moreno, N. (2022). Variaciones de la aceleración-fuerza en un elevador, práctica de bajo costo usando un celular. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 14*, [páginas]. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/801

EL IMPACTO DE UN DOCENTE MOTIVADO EN LA FORMACIÓN DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

THE IMPACT OF A MOTIVATED EDUCATOR ON UNIVERSITY STUDENT TRAINING

P. N. Cortez Herrera[1]
Y. E. González Navarro[2]
J. Fonseca Campos[3]

RESUMEN

La motivación docente juega un papel fundamental en la dinámica del aula y en el desarrollo académico y personal de los estudiantes universitarios. En un contexto postpandemia, donde los alumnos enfrentan dificultades como la pérdida de hábitos de estudio, problemas de concentración y desafíos emocionales y económicos, la actitud del docente cobra una relevancia aún mayor. Este estudio analiza el impacto de una estrategia de motivación basada en el uso de frases inspiradoras en un grupo de estudiantes de ingeniería. A través de una metodología evaluativa de tipo formativo, se indagó en la percepción del alumnado sobre la influencia de la estrategia en la dinámica de clase y en su propia motivación. Los resultados revelan que la iniciativa generó un ambiente de aula más positivo, promoviendo una mejor actitud tanto en los estudiantes como en la docente, lo que repercutió en la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

Teacher motivation plays a fundamental role in classroom dynamics and in the academic and personal development of university students. In a post-pandemic context, where students face challenges such as the loss of study habits, concentration difficulties, and emotional and economic struggles, the teacher's attitude becomes even more significant. This study examines the impact of a motivational strategy based on the use of inspirational quotes in a group of engineering students. Using a formative evaluative methodology, the research explored perceptions of students of the strategy influence on classroom dynamics and their own motivation. The results revealed that the initiative fostered a more positive classroom environment, encouraging a better attitude among both students and the instructor, ultimately enhancing the quality of the teaching-learning process.

ANTECEDENTES

A lo largo de la vida estudiantil, el docente es una gran influencia dentro del aula. Sin embargo, en muchas ocasiones no dimensiona el poder que tiene para ser agente de cambio en las vidas de los estudiantes. Hoy en día el docente necesita estar motivado para estar ante grupos que en su mayoría presenta un déficit de atención y se distraen de forma fácil con los dispositivos móviles. Esta influencia es especialmente relevante en el contexto postpandemia, donde los estudiantes enfrentan dificultades como la pérdida de hábitos de estudio, problemas de concentración, así como desafíos emocionales y económicos (Dávalos Von Eckstein et al. 2023).

Además, según Gámez Meza et al. (2024), muchos egresados y estudiantes de nivel superior presentan un déficit en habilidades interpersonales y relaciones públicas, lo que resalta la necesidad de implementar estrategias que refuercen estas competencias en los futuros profesionistas. En México, la matrícula universitaria asciende a más de 4 millones de

[1] Profesora Titular, academia de informática. Instituto Politécnico Nacional. pcortez@ipn.mx
[2] Profesora Titular, academia de sistemas. Instituto Politécnico Nacional. ygonzalezn@ipn.mx
[3] Profesor Titular, academia de ciencias básicas. Instituto Politécnico Nacional. jfonsecac@ipn.mx

estudiantes según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023/2024), lo que amplifica la responsabilidad de los docentes en la formación de nuevas generaciones.

Diferentes estudios han demostrado que las expectativas personales y el clima laboral juegan un papel clave en la satisfacción de las necesidades del docente, lo que a su vez incide en su motivación y comportamiento en el aula (Budi Utomo, 2018). Cuando un profesor está motivado, transmite ese entusiasmo a sus alumnos, impactando directamente en su rendimiento y aprendizaje. Galbán y Ortega (2021) entrevistaron a docentes altamente valorados por sus estudiantes y concluyeron que estos colocan en el centro de su práctica educativa a la persona del discente, brindándoles confianza, interés y atención personalizada en la tutoría, lo que fortalece la calidad humana de la enseñanza.

Para lograr un impacto significativo en los estudiantes, no basta con el dominio de los contenidos teóricos o prácticos. Zabalza (2004) y Cano (2009) enfatizan que un buen docente debe enseñar y practicar habilidades, actitudes y valores que contribuyan a la formación integral de los alumnos. Dentro de estas competencias esenciales para la docencia universitaria, destacan la inteligencia emocional, el liderazgo, la comunicación y la apertura al cambio (Alemán Juárez et al. 2023).

La relación entre la motivación docente y el desempeño estudiantil ha sido ampliamente estudiada. Kunter et. al (2014) señala que los efectos de un profesor motivado pueden ser directos o indirectos dentro y fuera del aula. Un docente con entusiasmo puede planificar y ejecutar mejores lecciones, ofrecer retroalimentación más completa y brindar una enseñanza más efectiva, lo que en el tiempo impacta en la motivación y los logros académicos de los estudiantes (Moè et al., 2010). Asimismo, su labor no solo se limita a la enseñanza de contenidos, sino que también contribuye al bienestar de la comunidad educativa al fomentar valores, normas y principios éticos en sus alumnos (Kapur, 2019).

El camino universitario en México está lleno de retos, y muchos estudiantes enfrentan obstáculos que pueden dificultar su trayectoria académica. Sin embargo, con motivación, voluntad y buenos hábitos de estudio, es posible superar estas dificultades y concluir con éxito la formación profesional (Hernández Herrera et al., 2012). En este sentido, el papel del docente no solo se limita a la enseñanza formal, sino que también puede incluir acciones no académicas, como la tutoría y el acompañamiento, para generar un vínculo más cercano con los estudiantes y ayudarlos en su desarrollo personal (Hendrastomo et al., 2023).

Si bien es natural que las percepciones y actitudes cambien a lo largo del día, en el aula es esencial mantener un enfoque consciente en la formación integral de los estudiantes. En la actualidad, es imprescindible reajustar estrategias y metodologías para que los futuros profesionistas no solo adquieran conocimientos técnicos, sino también habilidades que les permitan enfrentar con éxito los desafíos del mundo actual. En este contexto, un docente universitario motivado se convierte en un factor clave para la formación de individuos capaces, resilientes y preparados para contribuir a la sociedad.

Este trabajo presenta el análisis realizado al implementar una estrategia de motivación durante todo un semestre en un grupo de ingeniería, que impacta tanto en el profesor como en el estudiantado. Notando que cuando el estudiante percibe que el profesor es motivado se

propicia una dinámica de clase amena y el ambiente en el aula es agradable, y esto por tanto influye en la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje. En la sección de metodología se explica la forma en la cual fue implementada la estrategia y por último los resultados presentan hallazgos para reflexionar la forma en la cual se realiza la práctica docente.

METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en un enfoque evaluativo de tipo formativo, con el propósito de diagnosticar la efectividad de la estrategia implementada en el aula y permitir la reorientación de las acciones establecidas. La estrategia de motivación se aplicó a un grupo de 31 estudiantes inscritos en la unidad de aprendizaje Bases de Datos, perteneciente al plan de estudios de Ingeniería en Telemática, durante el periodo académico agosto 2024 - enero 2025.

El diseño de la estrategia se fundamentó en el uso de frases motivacionales, tomando como referencia el enfoque de Sun (2024), quien señala que "las citas motivacionales ejercen y obtienen un sentido de poder al inspirar a las personas a esforzarse por alcanzar sus metas, aprovechando tanto la motivación interna como la externa".

Para su implementación, se recopilaron frases motivacionales de diversas fuentes web especializadas en psicología y motivación para jóvenes, asegurando que todas incluyeran la autoría correspondiente. La estrategia consistió en presentar una frase distinta cada semana, exhibiéndola en el aula antes del inicio de la clase. En total, se utilizaron 17 frases, correspondientes a la duración del semestre. Cada frase fue impresa en hojas de colores y colocada en la parte superior derecha al exterior del pizarrón, con el objetivo que los estudiantes pudieran leerla en cualquier momento sin interferir con la explicación de los contenidos durante el uso del pizarrón.

Para evaluar la percepción de los estudiantes, se aplicó una encuesta anónima y voluntaria basada en la escala de Likert. Se invitó a la totalidad del grupo a participar en el estudio, y el instrumento se administró durante el periodo de una semana al término del semestre. Como resultado, se obtuvieron 22 respuestas, lo que representa una tasa de participación del 70.96% del grupo.

En la Tabla 1, se presentan algunas de las frases que fueron de más agrado entre los estudiantes.

Tabla 1. *Ejemplo de frases motivacionales utilizadas.*

Frase más votada por los estudiantes
Las oportunidades no ocurren, las creas. Chris Grosser
La excelencia no es un acto, es un hábito. Aristóteles
No esperes. Nunca va a ser el momento adecuado. Napoleón Hill.
El éxito es la suma de pequeños esfuerzos repetidos día tras día. Robert Collier
Si no te gusta cómo son las cosas, cámbialas. Jim Rohn

Como parte del análisis, se indagó si los estudiantes percibían que las frases motivacionales también impactaban en la docente y, en consecuencia, influían en la dinámica de la clase. Para ello, se incluyó la siguiente pregunta en el instrumento de recolección de datos:

¿En qué consideras que influyó la frase de la semana en la profesora?

- La profesora también se motivaba
- La actitud de la profesora cambiaba
- La presentación de los temas fue amena
- La profesora generaba un ambiente agradable en la clase
- No influyó en nada

Esta pregunta permitió explorar la posible relación entre la implementación de la estrategia y el clima del aula, así como el impacto percibido en la actitud y desempeño de la docente.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a través del instrumento aplicado en Microsoft Forms indican una respuesta positiva por parte de los estudiantes frente a la estrategia motivacional implementada, ver Tabla 2. Es importante destacar que, en las siguientes percepciones evaluadas, no se registraron respuestas en las categorías *En desacuerdo* ni *Totalmente en desacuerdo*, lo que sugiere una alta aceptación de la estrategia.

Tabla 2. *Apreciación de las percepciones identificadas de parte de los estudiantes ante la estrategia implementada.*

Percepción	Respuesta	Porcentaje obtenido
Me agradó tener la frase de la semana durante todo el semestre	Totalmente de acuerdo	100
	De acuerdo	0
	Indeciso	0
Sentí que la frase de la semana ayudó a motivarme	Totalmente de acuerdo	54.5
	De acuerdo	45.5
	Indeciso	0
La frase de la semana impacto en otras materias	Totalmente de acuerdo	50
	De acuerdo	40.9
	Indeciso	9.1
¿Consideras que la frase también impacto en la dinámica de la clase? (forma de presentar los temas, la convivencia entre los compañeros, ambiente sano en la clase, disposición de la profesora)	Totalmente de acuerdo	63.6
	De acuerdo	31.8
	Indeciso	4.5

Se exploró si la frase motivacional tuvo algún impacto en la vida cotidiana de los estudiantes, encontrándose que el 50% de los estudiantes respondió *Totalmente de acuerdo*, el 36.4% seleccionó *De acuerdo* y el 13.6 % de los encuestados respondió *Indeciso*.

Asimismo, los resultados indican que la implementación de la estrategia de motivación influyó en la percepción de los estudiantes sobre la dinámica de la clase y la actitud de la docente (Tabla 3). En este sentido, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

Tabla 3. *Muestra la percepción que se obtuvo de parte del profesor al implementar la estrategia.*

Percepción por evaluar	Porcentaje obtenido
La profesora también se motivaba	50.09
La actitud de la profesora cambiaba	31.81
La presentación de los temas era amena	54.54
La profesora generaba un ambiente agradable en la clase	50.09
No influyó en nada	0

Para concluir, el instrumento tenía una pregunta abierta con la finalidad de identificar las opiniones de los estudiantes respecto a la estrategia implementada. En la Tabla 4 se comparten algunas respuestas:

Tabla 4. *Opiniones de los estudiantes sobre las frases motivacionales se ha respetado la ortografía y redacción.*

Respuestas
Las frases de la semana me gustaban, porque dado que era mi primera clase, me ayudaban a afrontar la semana de mejor manera y me hacían reflexionar.
Fue motivadoras y me daba animo a seguir dándole con todo al semestre
La verdad no las esperaba y si me gustaron y me sirvieron mucho, no solo para la escuela es que me motivaron sino también para el día a día.
Me gustaron muchísimo, sinceramente si fue de una gran ayuda para seguir mejorando día con día, mejorar en la manera de hacer las cosas, en ver la vida y saber que también los errores que cometemos son bueno aprendizajes, y saber que no debemos darnos por vencidos por más difícil que sea la situación
Me gustaron me ayudaron a sentirme con más ganas algunos días o a pensar las cosas de manera diferente
Me pareció un buen detalle, además, las clases eran buenas y amenas gracias al empeño de la profesora y el cariño por su materia.

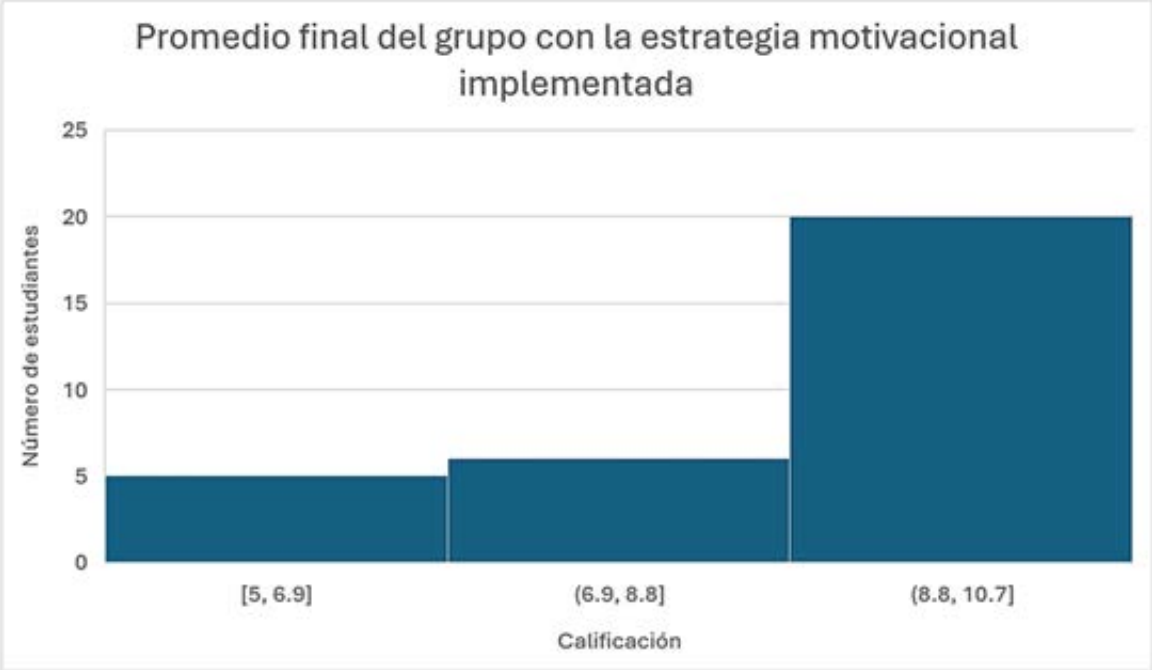
Los resultados obtenidos reflejan un impacto positivo en la percepción del grupo respecto al ambiente de la clase. La estrategia fue valorada como interesante y contribuyó a la motivación de los estudiantes durante el semestre. Además, algunas opiniones destacaron que el hecho de involucrarlos activamente en la dinámica motivacional les generó un mayor sentido de inclusión dentro del aula.

Se concluye que, mediante una intervención sencilla, es posible influir en la actitud de los estudiantes hacia la clase, favoreciendo así un desempeño académico más satisfactorio.

En términos de rendimiento académico, el 64.51 % de los estudiantes obtuvo un promedio superior a 8.8, mientras que el 19.35 % alcanzó calificaciones entre 7 y 8.8. Por otro lado, el 16.12 % no acreditó el curso; dentro de este grupo, se identificó que dos estudiantes abandonaron las clases a mitad del semestre por motivos personales (ver Figura 1).

De manera general, la unidad de aprendizaje registró un promedio de 8.25, lo que sugiere una posible relación entre la implementación de la estrategia motivacional y los resultados académicos obtenidos.

Figura 1. *Promedio final obtenido de parte de los estudiantes al cursar la unidad de aprendizaje.*



CONCLUSIONES

Un docente motivado es un agente de cambio en la formación de los estudiantes y a través de pequeñas acciones es capaz de transformar la vida estudiantil. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la percepción del alumnado sobre el impacto de una estrategia basada en frases motivacionales a lo largo de un semestre. Los resultados indican que la presencia de un docente motivado contribuye a generar un ambiente de aula más positivo y dinámico, lo que se refleja en los promedios obtenidos por el grupo. Asimismo, la estrategia implementada favoreció un mayor involucramiento de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A menudo, la labor docente se enfoca principalmente en el cumplimiento del temario de la unidad de aprendizaje, dejando en segundo plano el aspecto humano del estudiante. En este sentido, especialmente en el ámbito de la ingeniería, resulta fundamental incorporar estrategias que fortalezcan la interacción entre docentes y estudiantes, promoviendo un aprendizaje integral que abarque tanto el desarrollo académico como el personal. Además, la implementación de estas estrategias no solo beneficia el rendimiento en el aula, sino que también ofrece herramientas que los futuros ingenieros pueden aplicar en su vida profesional y cotidiana.

BIBLIOGRAFÍA

Alemán Juárez, A., Alfaro Ávila, J. C., y López Bátiz, M. (2023). La formación en competencias docentes para desarrollar a los mejores profesores universitarios. *Revista Panamericana De Pedagogía*, (37), 38–53. https://doi.org/10.21555/rpp.vi37.2903.

Cano, R. (2009). Tutoría universitaria y aprendizaje por competencias: ¿Cómo lograrlo? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 12*(1), 181–204.

Dávalos Von Eckstein, J. E., Legal Rottges, A., y Benítez Ortiz, S. (2023). Situaciones Problemáticas en Clases Presenciales Postpandemia desde la Perspectiva del Estudiante Universitario. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 1672-1693. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.7840.

Galbán, S. E., & Ortega, C. F. (2021). Cualidades y competencias del profesor universitario: La visión de los docentes. *Revista Panamericana de Pedagogía, 31*, 63–78.

Gámez Meza, A., Hernández Fimbres, B., Tánori Quintana, J. y Hernández Gámez, F. (2024). Relación entre las competencias interpersonales y la autoeficacia para mejorar el desempeño de los ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 11(16). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/934.

Hendrastomo, G., & Januarti, N. (2023). The characteristics of Generation Z students and implications for future learning methods. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran, 9*(2), 484–496. https://doi.org/10.33394/jk.v9i2.7745.

Hernández Herrera, C., Rodríguez Perego, N. y Vargas Garza, A. (2012). Los hábitos de estudio y motivación para el aprendizaje de los alumnos en tres carreras de ingeniería en un tecnológico federal de la ciudad de México. *Revista de la educación superior*, 41(163), 67-87. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602012000300003&lng=es&tlng=es.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s. f.). *Tabulados interactivos – genéricos*. Recuperado el 29 de enero de 2025, de

https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=Educacion_06&bd=Educacion.

Kapur, R. (2019). Teacher motivation: A key factor for school improvement. Recuperado el 29 de enero de 2025, de https://www.researchgate.net/publication/333641946_Teacher_Motivation_A_Key_Factor_for_School_Improvement.

Kunter, M., y Holzberger, D. (2014). Loving teaching: Research on teachers' intrinsic orientations. *In P. W. Richardson, S. A. Karabenick, & H. M. G. Watt (Eds.), Teacher motivation* (pp. 83–99). Routledge. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.06.008.

Moè, A., Pazzaglia, F., y Ronconi, L. (2010). When being able is not enough: The combined value of positive affect and self-efficacy for job satisfaction in teaching. *Teaching and Teacher Education*, 26(5), 1145–1153. https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.02.010.

Sun, Y. (2024). A qualitative study of the psychological effects of motivational quotes. *Communications in Humanities Research, 33*(1), 27–33. https://doi.org/10.54254/2753-7064/33/20240042

Utomo, H. B. (2018). Teacher motivation behavior: The importance of personal expectations, need satisfaction, and work climate. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education, 2*(2), 333–341. https://doi.org/10.20961/ijpte.v2i2.24036.

Zabalza, M. Á. (2004). Innovación en la enseñanza universitaria. *Contextos Educativos. Revista de Educación, (6)*, 113–136.

MODELO DE GESTIÓN PARTICIPATIVA EN LOS PROCESOS DE ACREDITACION

PARTICIPATORY MANAGEMENT MODEL IN ACCREDITATION PROCESSES

S.T. Velásquez Pérez[1]

RESUMEN

El Instituto Tecnológico Superior de Cananea cuenta con la acreditación de la totalidad de los programas educativos; donde se visualiza la calidad como una oportunidad de mejora; no como un concepto estático; por ello se innovo el proceso para la formación de ingenieros, tomando como base la perspectiva la reflexión, formación, experiencia de los docentes para la generación de un modelo de gestión participativa con el cual se evidencia el impacto en el logro de los atributos de egreso en los estudiante, el cual consta de tres etapas diagnóstico, planeación, gestión y valoración. Con el involucramiento de los docentes en los procesos de acreditación se logra desde esta perspectiva que el desarrollo y valoración sea más objetiva en base a la experiencia y recomendaciones para la formación de ingenieros.

ABSTRACT

The College Institute Superior of Cananea has accreditation for all educational programs; where quality is viewed as an opportunity for improvement; not as a static concept; For this reason, the process for the training of engineers was innovated, based on the perspective of reflection, training, and experience of teachers for the generation of a participatory management model with which the achievement of graduation attributes in students is evident on the impact, which consists of three stages: diagnosis, planning, management and assessment. With the involvement of teachers in the accreditation processes, from this perspective of development is achieved that the assessment is more objective based on the experience and recommendations for the training of engineers.

ANTECEDENTES

Los procesos de acreditación de los programas educativos (PE) en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC), fueron evaluados por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C. (CACEI) y el Consejo de Acreditación de Ciencias Administrativas, Contables y Afines (CACECA). Actualmente, el Instituto cuenta con el 100% de los programas educativos con los estándares de calidad, los cuales son: Ingeniería en Gestión Empresarial, Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Minería.

Desde agosto de 2018 se tienen definidos y publicados los atributos de egreso de cada uno de los programas educativos del ITSC; estos son equivalentes a desarrollar la capacidad analítica, solución de problemas reales, comunicación asertiva, vanguardia, adaptabilidad y las tecnologías de la información. Por tanto, se cuenta con un proceso sistemático para valorar su desarrollo y logro; únicamente para los que aportan en un nivel avanzado, que consiste en una valoración al final de semestre. Para esta revisión, se utilizan cédulas por materia, en donde se indica el atributo al que contribuye con cada uno de los criterios e indicadores establecidos en la rúbrica de evaluación de atributos.

[1] Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico Superior de Cananea. silvia.velasquez@cananea.tecnm.mx

Como parte de la mejora continua, se detecta la falta de involucramiento y la necesidad de participación de los docentes en la definición, desarrollo y valoración de los atributos de egreso. Lo anterior, debido a que no se cuenta con una estrategia unificada para llevar a cabo el desarrollo y evaluación de los mismos.

Institucionalmente se cuentan con un procedimiento sistemático para la valoración de los atributos de egreso; esto según los criterios e indicadores de los organismos acreditadores. Sin embargo, no se opera con un proceso para involucrar a los docentes en este proceso de definición, desarrollo y valoración en el nivel de desarrollo de los atributos de egreso en los estudiantes de los diferentes PE.

Considerando el antecedente expuesto, se identifica un nuevo escenario para estructurar un modelo de involucramiento de los docentes para la definición, desarrollo y valoración de los atributos de egreso en los estudiantes; con el cual se contextualiza el método de enseñanza – aprendizaje del ITSC. Determinando las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la situación actual de la valoración de atributos de egreso desde la perspectiva de los docentes del ITSC?, ¿Qué elementos debe tener el modelo que permita la definición, desarrollo y valoración de los atributos de egreso en los estudiantes del ITSC? y ¿Cómo valorar el impacto del modelo desarrollado para el logro de los atributos de egreso en los estudiantes del ITSC?.

Presentando como objetivo general el desarrollo un modelo de gestión participativa, que permita la definición, desarrollo y valoración de los atributos en los estudiantes del ITSC y como específicos el identificar es la situación actual de la valoración de atributos de egreso en los estudiantes del ITSC, definir elementos debe tener el modelo que permita la definición, desarrollo y valoración los atributos de egreso en los estudiantes del ITSC y valoración del impacto del modelo desarrollado para el logro de los atributos de egreso en los estudiantes del ITSC.

Como justificación de la presente investigación, se debe tener claro que la gestión de la calidad no es vista como un concepto estático, sino como una forma de vida que selecciona la carrera o programa para su mejoramiento continuo Zúñiga & Camacho (2022) y como un elemento básico en la gestión universitaria, donde cada vez es más creciente la demanda de formar profesionales en instituciones altamente calificadas y acreditadas con la mejor categoría Baños y Fernández (2021). Para que en el ITSC se experimenten cambios y avances significativos en los diferentes aspectos de su estructura, es indispensable se implemente e institucionalice un sistema de mejora; el que se trabaje en una dirección específica y en sintonía con toda la comunidad educativa; así como la reflexión permanentemente sobre la práctica pedagógica para identificar debilidades y fortalezas en el ITSC.

Por tanto, la relevancia de la presente investigación radica en realizar una reflexión sobre la participación de los docentes en los procesos de acreditación (Nieto et al. 2022); debido a que, en estos procesos, las IES se enfocan en la parte administrativa para la generación de las evidencias y no en estrategias pedagógicas que permitan valorar el quehacer educativo; se hace necesario el generar prácticas en el proceso enseñanza – aprendizaje que favorezcan el logro de los aprendizajes de los estudiantes. Por ende, si se genera un modelo de gestión participativa; y se pone en práctica, se podrían verificar de una manera objetiva el desarrollo de los atributos en los estudiantes.

Teniendo como fundamento principal el planteamiento anterior, el proceso existente en el ITSC para la medición de los atributos, solventa los criterios que requieren los organismos acreditadores; sin embargo, se requiere aceptar a la acreditación como instrumento para mantener y elevar la calidad educativa; involucrando a los docentes buscando que con las actividades que realicen en el aula se desarrollen las competencias en los estudiantes; tomando en cuenta su experiencia para la generación de una estrategia pedagógica que nos permita homogenizar las prácticas en el proceso enseñanza aprendizaje.

El presente estudio parte de una propuesta en la cual se pretende progresar en la atención de un currículo por competencia, tomando como referencia la reflexión, formación, experiencia y mejora continua con la participación de los docentes; para la generación de un modelo de gestión participativa que permita definir, desarrollar y valorar el nivel de desarrollo de los atributos en los estudiantes del ITSC. Implementando acciones que nos lleven a fomentar, promover, integrar y desarrollar contenidos; considerando herramientas de evaluación continua; homogenizando estrategias pedagógicas y técnicas didácticas.

El desarrollo de esta investigación se realizó en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea, delimitándola específicamente a los atributos de egreso (capacidad analítica, solución de problemas reales, comunicación asertiva, vanguardia, adaptabilidad y las tecnologías de la información); teniendo como aporte significativo la creación de un modelo de gestión participativa tomando como referencia las experiencias, resultados y recomendaciones sobre el proceso enseñanza - aprendizaje de los docentes; ya que siempre se les piden resultados; pero no se consideran los factores que intervienen en el proceso enseñanza – aprendizaje para el desarrollo de estas en los estudiantes del ITSC.

METODOLOGÍA

En cuanto a lo desarrollado en otras investigaciones, Hernández et al. (2021) identificaron la calidad y la pertinencia de los programas educativos como un proceso en constante evolución para irse adaptando a los desafíos que se presentan en el sector productivo, que deben ser enfrentados por los profesionistas con competencias propias de la disciplina. Aspecto que coincide con este estudio, pues la institución siempre está atenta a la evaluación constante de los programas educativos para mejorar sus procesos de calidad.

De igual manera, Cruz et al. (2020) consideran que la medición de atributos de egreso es subjetiva y que cada IES desarrolla su propio proceso; sin embargo, en esta investigación se propone una forma objetiva de hacer dicha medición con el fin de constatar el logro de las competencias y que, en un momento dado, la estrategia propuesta podría ser de utilidad para otras instituciones del sistema tecnológico.

El esquema de esta investigación se basó en la teoría fundamentada con diseño investigación - acción (Hernández-Sampieri, 2014); es decir, se realizó una explicación de un proceso en un contexto determinado desde la perspectiva de los participantes, para poder comprender y resolver las situaciones vinculadas; con una muestra de participantes voluntarios.

La investigación consideró una muestra representativa de los docentes que se encuentran adscritos en los diferentes PE del ITSC. Se tomó como base la perspectiva, la reflexión,

formación, experiencia y mejora continua de ellos: para de esta manera construir el modelo de gestión participativa del ITSC. La información que brindaron los docentes fue fundamental para definición, desarrollo y valoración de los atributos de egreso de los estudiantes del ITSC.

Se realizó una capacitación a los docentes; en la cual recordaron el marco de referencia del CACEI jefes de carrera, presidente y secretario de las academias; para que durante dos semanas se reunieran con los docentes que integran las academias para la definición de atributos de egreso con criterio e indicador. En las cuales con la participación de los docentes determinaron la situación actual de la valoración de atributos de egreso desde la perspectiva, reflexión, formación y experiencia de ellos; así mismo se definieron los elementos que debe tener el modelo de gestión participativa y se logró valorar el impacto del modelo desarrollado para el logro de los atributos de egreso; teniendo como finalidad el describir y comprender la experiencia de los docentes con respecto a la evaluación de los atributos en los estudiantes y poder implementar mejoras en el proceso; ya que los docentes con base en su experiencia brindaron la información desde su perspectiva; en donde se recabaron datos y se analizaron para obtener categorías y elementos; estos sirvieron de base para construir el modelo.

Los participantes fueron los docentes que impartieron clases en el semestre agosto-diciembre 2023; en el cual se ofertan los semestres primero, tercero, quinto, séptimo y noveno, con una muestra de participantes voluntarios de sesenta y nueve docentes de un total de ciento diez. Dicha muestra es de caso o dirigida a los docentes de los distintos semestres ya que a partir de ello se podría generar y valorar el modelo; para así contar con una medición objetiva del logro de los atributos de egreso; por la riqueza, profundidad y calidad de la información que nos brindan.

Se recolectaron y analizaron datos mediante grupos de enfoque a los docentes de cada una de las academias; debido a que los organismos acreditadores piden dentro de sus marcos y/o instrumentos la medición del logro de atributos en los estudiantes al transcurrir una retícula curricular; no sin antes comprender y profundizar sobre la práctica docente en el proceso enseñanza – aprendizaje; utilizando los resultados para construir el modelo.

Las técnicas de recolección de información utilizadas fueron las reuniones de academia, con los ejes temáticos de competencias, estrategias pedagógicas y evaluación; en cuanto a categorías: situación actual, elementos y valoración; con el objetivo primordial de recabar información que guie a la toma de decisiones para el desarrollo del modelo; utilizando como herramienta los grupos de enfoque para trabajar en relación con los conceptos de acreditación, experiencia en los procesos de acreditación y en el desarrollo de los atributos de los estudiantes y que permita determinar y valorar el proceso de su evaluación.

Se utilizó la técnica de análisis de información con seguimiento a la décima sexta semana con los docentes que impartieron clase en los diferentes semestres de cada uno de los PE; en la cual se les solicitaron sus opiniones, se realizaron preguntas, se intercambiaron puntos de vista y se valoraron los aspectos para el desarrollo del modelo. Las intervenciones se documentaron, para después realizar el análisis del contenido y observación.

El análisis de contenido se realizó con las observaciones del investigador y narrativas de los docentes; mediante la teoría fundamentada, ya que, a partir de los hallazgos, se construyó el modelo partiendo de la organización de categorías con los datos resultantes. Se realizó una codificación abierta en una primera etapa para establecer categorías; en la segunda etapa se determinaron los temas y por último se identificó una categoría central; que es la que permitió el desarrollo del modelo de instrumentación didáctica tomando como base el enfoque por competencias y lo señalado por Vives y Hamui (2021) para el procedimiento de codificación.

RESULTADOS

La finalidad de este apartado es dar a conocer los resultados de la investigación planeados a partir de tres fases, que permitieron dar respuesta a los objetivos, así como el descubrimiento de elementos no considerados.

Con esta fase 0 se da respuesta al primer objetivo específico de identificaron de la situación actual de la medición de los atributos de egreso; Se analizaron las dos últimas evaluaciones; contando con una base de datos de la valoración de los atributos desde el año 2018; De acuerdo con el objetivo específico ya se conoce la situación actual de la medición de los atributos desde la perspectiva de los docentes; en los cuales se han detectado áreas de oportunidad, siendo una de ellas el poder generar una valoración objetiva de desarrollo de los atributos en los estudiantes. Así mismo se definieron los atributos de egresado enfocados a cada programa educativo teniendo como base los once atributos del CACEI del marco de referencia 2025.

En esta fase 2, se da respuesta al segundo objetivo específico; en el cual se definen los elementos del modelo de gestión participativa. Se utilizaron las reuniones de academia para trabajar en relación con los conceptos de acreditación, experiencia en los procesos de acreditación y en el desarrollo de las competencias de los estudiantes y que permita determinar y valorar el proceso de evaluación de estas.

Después de ser analizados los resultados de la valoración de los atributos en la reunión de academia; se determinó que la instrumentación didáctica que se utiliza actualmente, se le agregaría al inicio el apartado medición y retroalimentación del desempeño del programa educativo, tal como se muestra en la Figura 1, en la cual se enlistan las competencias a desarrollar en la materia y el grado de desarrollo de la competencia; con esto el docente podrá generar las estrategias que faciliten la formación y desarrollo del aprendizaje en los estudiantes.

Figura 1. *Apartado medición y retroalimentación del desempeño del PE.*

1. Medición y retroalimentación del desempeño del Programa Educativo.

CACECA	Competencias genéricas y específicas	
No.	Competencias genéricas y específicas.	Grado de desarrollo CACECA

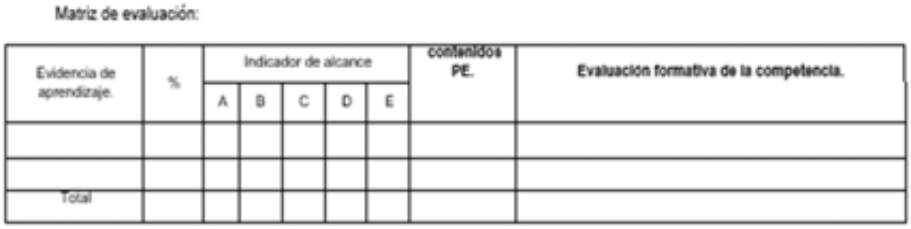
Indicador de Competencias CACECA.

Parcialmente lo logra	I	Lo logra	M	Lo supera	A

En lo que respecta al indicador de la competencia, en la plenaria de la reunión de academia, los docentes identificaron en el mapa curricular las áreas de conocimiento y el indicador de nivel de profundidad de I (inicial) parcialmente lo logra, con M (media) lo logra y A (avanzado) lo supera. Es decir, cada área de conocimiento reúne un conjunto de materias con conocimientos previos y posteriores lo que con lleva al logro del desarrollo de los atributos de egreso a desarrollar en la materia y el indicador de esta.

Así mismo, los docentes después de realizar la plenaria en la reunión de academia concluyeron incluir en la instrumentación didáctica en el apartado de matriz de evaluación una columna con contenidos PE, como se muestra en la Figura 2, con la finalidad de que el docente indique cuál es la evidencia de aprendizaje con la que se valora el nivel de desarrollo de la competencia declarada en el apartado de medición y retroalimentación del desempeño del programa educativo.

Figura 2. *Matriz de evaluación.*



Matriz de evaluación:

Evidencia de aprendizaje.	%	Indicador de alcance					contenidos PE.	Evaluación formativa de la competencia.
		A	B	C	D	E		
Total								

Por otra parte, para la propuesta del modelo participativo para medir el nivel de desarrollo de los atributos de egreso, con la finalidad de determinar el logro de los aprendizajes en los estudiantes se plantearon cuatro fases, las cuales se detallan a continuación:

Etapa 1, diagnóstico: realizar un análisis y organización de la base de datos de la valoración de los atributos le permite al docente ubicar la materia en la retícula, establecer la relación vertical y horizontal con otras materias, organizar la secuencia de contenidos, relación con el contexto, objetivos de aprendizaje, competencias y nivel de impacto; que deberán utilizarse para el logro del atributo en el estudiante.

Etapa 2, planificación: el tener un concepto claro de aprendizaje implica que se relacione la nueva información con los ya existentes; actividad fundamental, ya que con ello el docente identifica los atributos de egreso a desarrollar en la materia; lo que les permitirá identificar contenidos que se promueven, fomentan, integran, desarrollan en los estudiantes.

Etapa 3, gestionar: el organizar las actividades de aprendizaje permite al docente desarrollar productos que propicien en el estudiante el desarrollo de los atributos.

Etapa 4, evaluación: la valoración tiene como objetivo conocer lo aprendido; por ello con los instrumentos de evaluación y las rúbricas y/o listas de cotejo se obtiene de una forma objetiva.

De esta forma, para dar respuesta al objetivo específico de valorar el impacto del modelo de gestión participativa implementada, se inició con un seguimiento cada cuatro semanas mediante un *OneDrive* creado y compartido por materia, en el cual el docente coloca las evidencias de aprendizaje declaradas en la matriz de evaluación de la instrumentación didáctica, con los contenidos para el desarrollo del atributo de egreso señalado en el apartado de medición y retroalimentación del desempeño del programa educativo en cada uno de los estudiantes.

Al docente se le asigna cada semestre una o más asignaturas para que sean impartidas, lo que involucra desarrollar competencias en los estudiantes, con lo cual se deben de articular actividades de enseñanza – aprendizaje para el fomento, promoción, integración y desarrollo de contenidos; con una metodología de evaluación continua que considere y tome en cuenta técnicas didácticas que nos llevan a valorar el desarrollo de las mismas en los estudiantes; tomando como referencia una instrumentación didáctica; ya con las modificaciones mencionadas; a las que se les dio el seguimiento señalado; para así poder valorar el impacto del modelo implementado.

En esta fase 3, se analizó la implementación del modelo para valorar el desarrollo de los atributos en el semestre 2024-2; se utilizó como instrumento el software desarrollado en la institución; este sitio electrónico permite al docente ingresar de manera directa con un usuario y contraseña, en donde le aparecen ya las materias impartidas en el semestre con el listado de estudiantes inscritos y las categorías para la valoración de los atributos que están desarrollando en ella.

Para dar continuidad, se implementó el indicador seguimiento a evidencias, con el cual cada cuatro semanas el jefe de carrera realizó un reporte de grupos que contaran con las evidencias entregadas por los docentes y envía al subdirector académico para que verifique que se cumpla con la meta establecida y de no ser así procede a generar un servicio no conforme. Cabe mencionar que este indicador fue integrado al Sistema de Calidad del ITSC con un procedimiento que lleva por nombre PSA-05 Servicio No Conforme (SNC), teniendo como propósito identificar, controlar y disponer de la forma más adecuada del SNC, con el fin de asegurar la calidad del servicio educativo del ITSC.

Los resultados del indicador se valoraron con la colocación de evidencias en *one drive* entregadas sobre las declaradas en la instrumentación didáctica; se puso especial atención en

las que el docente indicó en la matriz de evaluación en la columna contenido del PE; ya que son los contenidos evaluables que se realizan para desarrollar las competencias en el estudiante.

El indicador se analizó en las reuniones de revisión por la dirección del Sistema de Calidad, en las cuales se decidió si se genera o no el servicio no conforme para el PE. De acuerdo con la información presentada del indicador, este tuvo el siguiente comportamiento: La meta establecida para el semestre fue de noventa y seis porciento de cumplimiento; solamente fueron dos grupos los que no cumplieron hasta la semana 16, debido al seguimiento que le dio cada jefe de carrera. Con base en el resultado no se procedió al levantamiento de servicio no conforme.

En lo que respecta a los resultados de la medición del nivel de desarrollo de los atributos de egreso en los estudiantes, se puede destacar que los más desarrollados fueron identificar, formular y resolver problemas de ingeniería complejos y aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería; ya que permiten al estudiante desarrollar un pensamiento analítico y crítico para una toma de decisiones informadas y razonadas.

De forma, resumida se logró un aumento significativo en los resultados de la valoración de las competencias de un semestre a otro; lo que demuestra que el modelo de gestión participativo implementado dio resultados favorables en la adquisición de las competencias en los estudiantes.

CONCLUSIONES

Se diseñó un modelo de gestión participativa; tomando como referencia experiencias, resultados y recomendaciones de los docentes que permite desarrollar en los estudiantes la capacidad analítica, solución de problemas, comunicación asertiva, vanguardia, adaptabilidad y uso de las tecnologías de la información; con la finalidad de definir, desarrollar y valorar el logro de los aprendizajes en los estudiantes; se implementó en este trabajo de investigación en tres fases:

En la fase 1, se identificó la situación actual de la medición de los atributos de egreso desde la perspectiva de los docentes, por medio de las dos últimas evaluaciones realizadas en los semestres de 2024-1y 2024-2, cuyos resultados fueron analizados en las reuniones de academia para la generación del modelo de gestión participativa en los procesos de acreditación. Puntualizando los resultados obtenidos fue la valoración de estas, la capacitación de los docentes, la implementación de una aplicación electrónica y la intervención de la academia; de igual forma, se detectaron áreas de oportunidad, siendo una de ellas el poder generar desde la perspectiva del docente una valoración objetiva de desarrollo de las competencias en los estudiantes.

Al respecto, se destaca según Boville et al. (2006) existen modelos de gestión para el logro de una educación de calidad; mas no desde la visión de la persona que se encuentra gestionando el proceso enseñanza – aprendizaje, en este caso el docente. Por ello, estos resultados difieren con lo encontrado por dichos autores.

En la fase 2, se definieron e implementaron los elementos del modelo de gestión participativa en los procesos de acreditación; esta constó de cuatro elementos: 1) diagnostico, donde se realiza un análisis y organización de la información; 2) planificación, prever cómo se relaciona la nueva información con la ya existente; 3) gestionar, actividades de aprendizaje para que el docente desarrolle productos que propicien en el estudiante el logro de las competencias; y 4) la evaluación para llevar a cabo la valoración que tiene como objetivo conocer lo aprendido.

En cuanto a la implementación del modelo de gestión participativa, se realizó con un seguimiento cada cuatro semanas mediante un *OneDrive* creado y compartido por materia, en donde el docente coloca las evidencias de aprendizaje declaradas en la instrumentación didáctica; la cual incluye los cuatro elementos ya mencionados. Los resultados anteriores difieren con lo planteado por Flores et al. (2019), ya que ellos presentan un modelo de autoevaluación para alcanzar el cumplimiento de los estándares de calidad a nivel de los programas educativos; pero no una estrategia que permita desarrollar desde el aula los atributos en los estudiantes.

En la fase 3, se valoró el impacto del modelo de gestión participativa desarrollado e implementado para el logro de los atributos de egreso en el semestre 2024-2; donde se demuestra claramente un aumento significativo en los resultados de las competencias; es decir, se logra desarrollar las competencias en los estudiantes; lo que evidencia que el modelo de gestión implementado ha dado resultados favorables en la adquisición de las competencias en los estudiantes.

El modelo de gestión participativa desarrollado permite al docente realizar una planeación, análisis y ejecución de un proceso de enseñanza aprendizaje, mediante una instrumentación didáctica que permite la valoración del desarrollo de las competencias genéricas y específicas en los estudiantes; cabe mencionar que no se localizaron estudios iguales, ya que todos los revisados y analizados se enfocan en métodos para recabar evidencias de aprendizaje. Existe uno similar Hernández et al. (2021) donde el objetivo fue describir la experiencia pedagógica de la implementación de un proyecto de aula basado en el aprendizaje cooperativo para el desarrollo de competencias investigativas; en este se concluye, que el aprendizaje cooperativo es efectivo para la formación de diferentes competencias investigativas, así como otras habilidades importantes para acceder a oportunidades laborales actuales o futuras donde se requieran este tipo competencias; así mismo se recomienda implementar este tipo de estrategias para lograr mejores resultados de aprendizaje en los estudiantes universitarios.

Blanco et al. (2020) consideran que la reflexión y el análisis por parte del profesorado desde una estrategia pedagógica permite contar con una visión más clara de cómo desarrollar y valorar las competencias en los futuros profesionistas. Con ello se confirma que desde esta investigación se puede contar con una valoración objetiva; dado que las investigaciones antes mencionadas destacan modelos de gestión para el logro de criterios solicitados por los organismos acreditadores.

El Instituto Tecnológico Superior de Cananea, a través del área académica de la institución debe dar seguimiento a la implementación del modelo de gestión participativo para la valoración de los atributos de egreso mediante la instrumentación didáctica, que permite al

docente identificar las competencias que desarrolla en la materia y su nivel de impacto para poder generar estrategias de enseñanza y aprendizaje y así valorar su nivel de desarrollo; esta es la principal acción que debe llevarse a cabo para llevar a cabo los resultados obtenidos y mejorarlo. Así mismo la institución comprometida con la sociedad para seguir ofertando programas educativos de calidad y pertinente.

Se considera que el seguimiento cada cuatro semanas al modelo de gestión participativa es crucial; ya que por este medio el docente se sensibilizará y reflexionará sobre la importancia de la identificación, desarrollo y valoración de los atributos de egreso en los estudiantes.

Así mismo, será de vital importancia revisar cada dos años la congruencia del modelo de gestión participativo, en conjunto con el seguimiento curricular que el Tecnológico Nacional de México marca a los planes y programas de estudio que se ofertan en la totalidad de los campus; así como, realizar estudios enfocados a los estudiantes para conocer sus percepciones sobre el modelo y sus resultados, aplicarlo en otras instituciones y hacer estudios comparativos; además de conocer la opinión de los directivos sobre el modelo.

Para la institución, es indispensable el seguir ofertando una educación de calidad y pertinente, por lo que los procesos de acreditación son una parte fundamental para lograrlo. La investigación tuvo un aporte significativo en la definición, desarrollo y valoración de los atributos de egreso; ya que siempre se les piden resultados a los docentes; pero no se consideran los factores que intervienen en el proceso enseñanza – aprendizaje para el desarrollo de estas en los estudiantes del ITSC. El compartir la experiencia de la creación del modelo de gestión participativa; asegura que con la participación de los docentes los estudiantes de ingeniería desarrollan las competencias a través de la adecuación del método de enseñanza-aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Baños, M. y Michelena, E. (2021). El proceso de acreditación de carreras. *Revista Cubana de Educación Superior*, *40*(1), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142021000100012&lng=es&tlng=es.

Blanco, N., Poza, M., Junyent, M., Collazo, L., Solís, M., y Gutiérrez, J. (2020). Estrategia de investigación-acción participativa para el desarrollo profesional del profesorado universitario en educación para la sostenibilidad: "Academy sustainability Latinoamérica" (ACSULA). *Profesorado-Revista de currículum y formación de profesorado, 24 (3), 99-123.* https://idus.us.es/handle/11441/147468.

Boville, B., Argüello, N., y Reyes, N. (2006). La acreditación como proceso dinamizador hacia la calidad. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 6(1), https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44760104.

Cruz, N. (2020). Medición de atributos de egreso como herramienta de mejora educativa: el caso de la Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica. *Pensamiento Educativo, Revista De Investigación Latinoamericana*

(PEL), *54*(2), 1–16. https://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/pel/article/view/24881.

Flórez, E., Moreno, G., y Laguado, R. (2019). Modelo analítico para acreditación de alta calidad en programas de ingeniería, una experiencia en la Unipamplona. *Revista Educación en Ingeniería*, *14*(27 (2019)), 116-121. https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/970.

Hernández, N., Muñoz, P. C., y González, M. (2023). Roles del docente universitario en procesos de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), pp. 39-58. https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/32709/Gonzalez_Sanmamed_Merceded s_2023_Roles_del_docente_universitario_en_procesos.pdf?sequence=3&isAllowed =y.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Vives, T., & Hamui, L. (2021). La codificación y categorización en la teoría fundamentada, un método para el análisis de los datos cualitativos. *Investigación en educación médica*, *10*(40), 97-104. Epub 21 de febrero de 2022.https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.40.21367.

Nieto, A., Hernández, I., López, R., & Ruiz, M. (2022). Evaluación de la adquisición de atributos de egreso en modalidad virtual o híbrida. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 14*, [páginas]. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/842.

Zuñiga, S. & Camacho, S. (2022) Referentes teóricos para un modelo de acreditación desde la evaluación y la gestión de la calidad. *Educare* [online]. 2022, vol.26, n.1, pp.274-292. ISSN 1409-4258. http://dx.doi.org/10.15359/ree.26-1.15.

INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE ÁLGEBRA LINEAL EN INGENIERÍA MEDIANTE APRENDIZAJE BASADO EN EJEMPLOS

INNOVATION IN THE TEACHING OF LINEAR ALGEBRA IN ENGINEERING THROUGH EXAMPLE-BASED LEARNING

N. Rigaud Téllez[1]
R. Blanco Bautista[2]

RESUMEN

El álgebra lineal es clave en ingeniería y tecnología, con aplicaciones en mecánica vectorial, investigación de operaciones, estadística, análisis de datos y sistemas inteligentes, entre otros. Sin embargo, su enseñanza es altamente abstracta, dificultando su comprensión más allá de los sistemas lineales. Este proyecto propone una metodología innovadora basada en el constructivismo y el Aprendizaje Basado en Ejemplos (ABE), estructurada bajo el modelo instruccional ADDIE para diseñar materiales educativos que facilitan la conexión entre la teoría y la práctica. Se desarrollaron y evaluaron ejemplos con el apoyo de especialistas en educación matemática y tecnología educativa, cuya efectividad fue validada posteriormente en una prueba piloto con estudiantes. Las mediciones y análisis de tipo estadístico y cualitativo muestran un impacto positivo en la comprensión del álgebra lineal, lo cual representa evidencia de ser un enfoque efectivo para mejorar su enseñanza en la formación de futuros ingenieros.

ABSTRACT

Linear Algebra is fundamental in engineering and technology, with applications in vector mechanics, operations research, statistics, data analysis, intelligent systems, among others. However, its teaching is highly abstract, making it difficult to understand beyond lineal systems. This project proposes an innovative methodology based on constructivism and Example-based Learning (EBL), structured under the ADDIE instructional model, to design educational materials that bridge theory and practice. Examples were developed and evaluated with the support of specialists in math education and educational technology. Findings from measurements, and statistical and qualitative analysis show a positive impact on the understanding of linear algebra, representing evidence of an effective approach to improving its teaching in the education of future engineers.

ANTECEDENTES

Desde sus inicios en el siglo XVIII, el álgebra lineal ha experimentado una evolución significativa más allá de resolver ecuaciones lineales, consolidándose como una disciplina esencial en matemáticas aplicadas. En la actualidad, este campo es fundamental para áreas como ciencia de datos y aprendizaje automático, donde proporciona el marco matemático para la representación y manipulación de datos. En este contexto, los datos se representan mediante matrices y vectores, facilitando cálculos esenciales, lo que ha impulsado aún más su relevancia en el ámbito tecnológico.

Asimismo, en mecánica vectorial, permite modelar y analizar fuerzas y movimientos en estructuras complejas. En investigación de operaciones, sustenta modelos de optimización y toma de decisiones de sistemas industriales y logísticos. En estadística y análisis de datos, facilita el desarrollo de modelos, y en sistemas dinámicos, es clave para estudiar la estabilidad y evolución de procesos físicos y computacionales.

[1] Profesora de la Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM nerigaud@unam.mx
[2] Profesor de la Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM robertoblancobautista42@gmail.com

A pesar de su amplia aplicabilidad, la enseñanza de Álgebra Lineal enfrenta desafíos significativos debido a su alto nivel de abstracción y formalismo matemático. Diversos estudios e informes sobre su aprendizaje destacan reiteradamente las dificultades que enfrentan los alumnos en esta materia (Dogan, 2018). Esto se refleja claramente en una muy citada reflexión de Carlson (1993), basada en su experiencia impartiendo cursos introductorios de Álgebra Lineal a estudiantes universitarios: "… mis alumnos sienten como si entraran en una niebla, …, una niebla muy densa, …".

Si bien los entornos de aprendizaje han evolucionado desde entonces, lo cierto es que para docentes que hayan impartido esta asignatura coincidirán con esta percepción, especialmente, cuando se estudian los temas de espacios vectoriales, el Teorema Fundamental del Álgebra Lineal y su segunda parte de complementos y bases ortogonales (Taguchi, 2020).

Uno de los factores que contribuyen a la dificultad en su aprendizaje, son los enfoques que, o bien, se centran en la memorización y mecanización, o bien, en la axiomatización de conceptos y demostraciones, sin considerar que en ingeniería se requiere de una comprensión de cómo aplicar dichos conceptos y hacer conexiones con sus aplicaciones prácticas. De hecho, la evidencia sugiere que aquellos estudiantes que se involucran en actividades que fomentan el razonamiento matemático, superan a estudiantes de ingeniería que practican problemas rutinarios (Wesenberg et al., 2025). Esto implica que habilidades matemáticas pueden desarrollarse con estrategias adecuadas.

Por ello, es crucial el desarrollo de metodologías didácticas innovadoras que reduzcan la brecha entre la teoría y la aplicación, facilitando una enseñanza más efectiva en el contexto de la formación de ingeniería. En este sentido, se puede considerar el diseño y uso de recursos y materiales educativos que faciliten la vinculación entre la teoría y la práctica, familiarizando a estudiantes con conceptos y razonamiento matemático mediante ejemplificaciones.

El Aprendizaje Basado en Ejemplos desarrollados (ABE) es un enfoque educativo que brinda soluciones a estudiantes para comprender el proceso de resolución de problemas y desarrollar estrategias propias (Renkl, 2021). Entre sus beneficios, destaca su capacidad de ilustrar la teoría mediante situaciones prácticas que incluyen la formulación del problema, los pasos y la solución final.

El objetivo es implementar una metodología para el diseño y desarrollo de ejemplos educativos innovadores, que no solo aborden aspectos de abstracción, generalización y formalismo de la disciplina, también hagan visible sus aplicaciones en ingeniería, a través del uso de tecnología educativa y enfoques interactivos. Este estudio forma parte de un proyecto de innovación educativa y tecnológica aprobado en el 2024, que desarrolla diferentes materiales para mejorar la enseñanza del Álgebra Lineal para la carrera de Ingeniería Industrial de la FES Aragón-UNAM.

Los ejemplos incluyen procesos completos de solución de problemas, representaciones diversas y explicadas, así como están alineados a objetivos de aprendizaje. A partir de ello, se plantea la pregunta de investigación; ¿cómo desarrollar ejemplos innovadores y recursos educativos mediados por tecnología que presenten procesos completos de solución de

problemas para mejorar la enseñanza del Álgebra Lineal en carreras de ingeniería? La relevancia de este estudio radica en la necesidad de superar las barreras de abstracción asociadas con la materia de Álgebra Lineal. Al reforzar el vínculo entre conceptos matemáticos y sus aplicaciones prácticas en ingeniería, este enfoque promueve un aprendizaje más activo y contextualizado.

Se espera que esto tenga un impacto positivo en el rendimiento académico de estudiantes, facilitando su trayectoria universitaria y su formación profesional. Actualmente, este proyecto cuenta con una metodología definida y una batería de recursos digitales, encontrándose en una fase de prueba piloto y medición de efectos. El siguiente paso es la definición de esquemas de evaluación. Al abordar los desafíos de la enseñanza de álgebra lineal con herramientas pedagógicas innovadoras y tecnologías educativas, este proyecto tiene el potencial de transformar la formación de futuros ingenieros, proporcionando soluciones prácticas para superar dificultades educativas existentes.

METODOLOGÍA

El Aprendizaje Basado en Ejemplos Desarrollados (ABE) es una metodología que favorece el desarrollo de habilidades cognitivas mediante el uso de recursos educativos interactivos. Sweller y Cooper (1985) demostraron que la presentación de ejemplos resueltos en matemáticas, desglosando cada etapa necesaria para resolver un problema o completar una tarea, reduce significativamente la carga cognitiva de estudiantes durante la adquisición de conocimiento. Al proporcionar modelos claros, se facilita la generalización de principios y la aplicación de conocimientos a nuevos problemas (Calvillo et al., 2015).

En dominios como las matemáticas, el ABE plantea que los alumnos, primero, estudien ejemplos resueltos y luego, intenten resolver problemas de manera autónoma. Este enfoque puede reducir la ambigüedad instructiva asociada a otros métodos como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) o en Proyectos (ABP) (Wesenberg et al., 2025).

Para esta investigación, el ABE se sustenta con dos pilares principales: el constructivismo, como enfoque pedagógico y un diseño instruccional estructurado, para el desarrollo de ejemplos.

Desde el constructivismo, el aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes construyen significados a partir de la interacción con materiales educativos y contextos de aprendizaje (Martínez, 2021). Este enfoque guía la implementación de recursos interactivos diseñados para fomentar la reflexión y el aprendizaje significativo en asignaturas como el Álgebra Lineal.

Sobre el diseño instruccional, se utilizó el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), como marco para estructurar los ejemplos (Seel et al., 2017), conforme a sus conceptos descritos en la Tabla 1.

Tabla 1. *Etapas del modelo ADDIE.*

Concepto	Descripción
Análisis	Identifica causas probables de bajo desempeño y necesidades de aprendizaje.
Diseño	Define reglas, patrones subyacentes y procesos completos para la solución del ejemplo.
Desarrollo	Crea y valida recursos educativos, integrando representaciones múltiples.
Implementación	Prepara el ambiente de aprendizaje y motiva a estudiantes.
Evaluación	Valida la calidad de productos y procesos instruccionales, antes y después de la implementación.

En la Tabla 1, cada una de estas fases de trabajo se constituye en criterios significativos para contextos específicos, al respecto, se realizó lo siguiente:

+ Análisis: Se identificaron necesidades específicas de aprendizaje que fueron sustentadas por la teoría:

- Comprensión conceptual: Dificultad para conectar representaciones algebraicas y geométricas, así como comprender definiciones formales y combinaciones lineales (Bouhjar et al., 2021). Esto impacta en temas como independencia lineal, espacios vectoriales, bases y eigenvectores (Bernier y Zandieh, 2024).
- Pruebas y demostraciones: Problemas al decidir cuándo, qué tipo y cómo aplicar axiomas en espacios vectoriales, producto interno y transformaciones lineales (Caglayan, 2015).
- Flexibilidad cognitiva: Dificultad para analizar, sintetizar y aplicar creatividad frente al formalismo de álgebra lineal (Dogan, 2018).
- Simbolismo y operaciones: Errores en la manipulación de procedimientos como multiplicación de matrices, eliminación gaussiana, distinción entre un escalar cero y un vector nulo, y obtención de combinaciones lineales (Serbin et al., 2020).
- Participación y compromiso: Falta de una interacción en clases, debido a la abstracción de contenido y la escasez de representaciones concretas y visuales (Dogan, 2018).
- Estrategias instruccionales: Necesidad de discusiones explícitas sobre objetos, símbolos (Harel, 2017) y operaciones matemáticas (Serbin et al., 2020).
- Uso de la tecnología: La mayoría de los recursos como simulaciones interactivas, plataformas, recursos educativos suelen enfocarse en procedimientos mecánicos y no en fortalecer habilidades matemáticas en forma integral (Caglayan, 2018).

+ Diseño: Los ejemplos que se desarrollaron tomaron en cuenta dos tipos de características.

- Características estructurales que definen la regla o concepto a ejemplificar y patrones subyacentes (Renkl, 2021), que incluye procesos completos de solución de problemas ((Wesenberg et al., 2025).
- Características superficiales, son adicionales y no excluye a la primera. Por ejemplo, representaciones múltiples (lenguaje natural/ textual, geométrico/ gráfico, numérico,

algebraico/ analítico y animaciones), para fortalecer habilidades matemáticas avanzadas, como el razonamiento, abstracción y análisis.

+ Desarrollo: Se seleccionaron herramientas tecnológicas en una plataforma de aprendizaje, en el que los estudiantes interactúan con conceptos matemáticos de manera dinámica.

+ Implementación: Los ejemplos desarrollados se validaron con especialistas, en sesiones con la siguiente dinámica:
- Introducción conceptual
- Exploración de ejemplos resueltos
- Discusión de estrategias pedagógicas

+ Evaluación: Se validaron ejemplos mediante dos etapas, (a) una revisión técnica por especialistas, para asegurar la alineación de los ejemplos con los resultados esperados, (b) una aplicación en una prueba piloto, en un entorno controlado para medir su impacto en el aprendizaje.

Los datos obtenidos permitieron identificar aspectos no cubiertos y generar recomendaciones para su implementación futura en cursos de Álgebra Lineal. El alcance inicial de esta investigación se centra en evaluar la viabilidad y efectividad de los ejemplos desarrollados para abordar desafíos de abstracción y formalismo de álgebra lineal en contexto de ingeniería.

RESULTADOS

En el desarrollo de este proyecto se aplicaron los principios del constructivismo como base teórica, junto con el modelo ADDIE, para guiar la creación y evaluación de los recursos educativos.

Análisis: Se identificaron y priorizaron cuatro necesidades (a) comprensión y conexiones conceptuales para fortalecer la relación entre conceptos de álgebra lineal con la vida real (b) estrategias instruccionales, con un proceso de solución completo (c) uso de la tecnología, para mejorar la interactividad y experimentación y (d) simbolismo y operaciones, para mejorar la notación y procedimientos matemáticos.

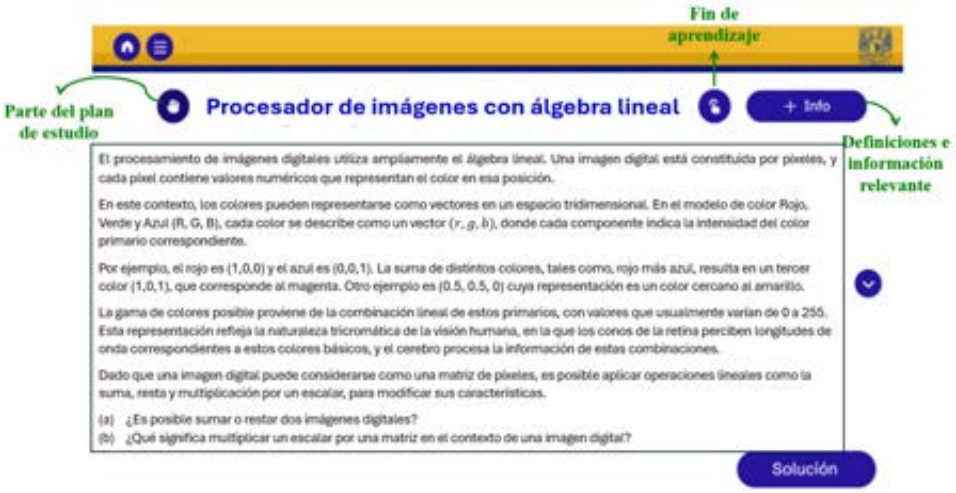
Diseño: Para la etapa de diseño, se revisó bibliografía especializada sobre aplicaciones de álgebra lineal y se consultó a expertos en ingeniería y en matemáticas. En función de estas fuentes y la experiencia de los autores, se crearon ejemplos inéditos que reflejan el rol fundamental del álgebra lineal, más allá de casos tradicionales. Cada ejemplo desarrollado se ajustó conforme a planes y programas de estudio. Asimismo, se integraron fines de aprendizaje, cápsulas de conceptos básicos (para contextualizar los temas), solución completa, aplicaciones web o código Python y evaluación formativa para dar seguimiento de aprendizaje.

Desarrollo e implementación: Se crearon, de manera inicial, cinco ejemplos originales en formato editable. La implementación fue apoyada con dos becarios que migraron los materiales a la plataforma de Genially, elegida por su capacidad de integrar ventanas emergentes, pruebas interactivas y un diseño dinámico, alejándose de documentos estáticos

en PDF. Los becarios apoyaron en el alojamiento del contenido de manera versátil durante el segundo semestre del 2024. El enfoque fue destacar el valor pedagógico de los recursos alojados en la plataforma, así como promover la exploración activa y la participación del estudiante mediante un enfoque centrado en el aprendizaje práctico y significativo.

En la Figura 1, se muestra un extracto de un ejemplo desarrollado sobre procesamiento de imágenes, donde se aplican operaciones básicas de álgebra lineal (suma, resta y multiplicación por un escalar) en vectores y matrices.

Figura 1. *Extracto de un ejemplo desarrollado.*



En la continuación del mismo ejemplo, en la Figura 2, se presenta un fragmento, con el que se puede experimentar, a través de herramientas interactivas y soportadas por programación en Python.

Figura 2. *Continuación de ejemplo desarrollado.*

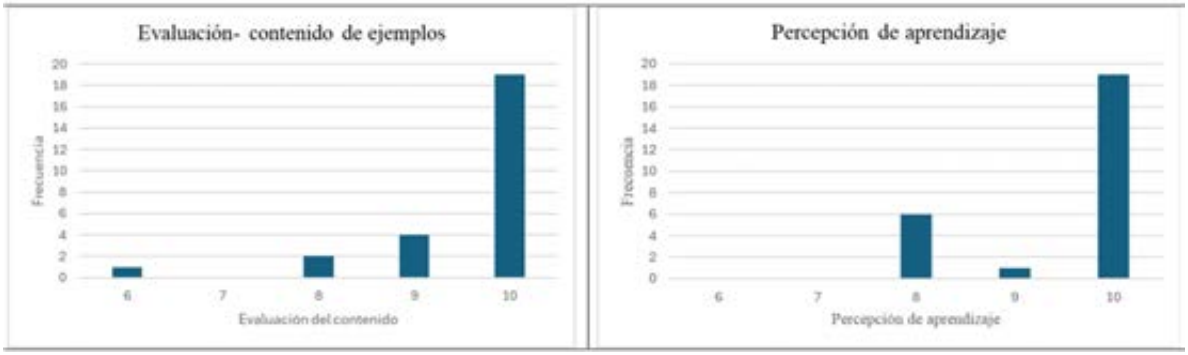
Posteriormente, se invitó a un grupo conformado 26 especialistas en educación matemática y tecnología educativa, docentes y profesionales, que emplean álgebra lineal en sus actividades. Los participantes provenían de diversas instituciones como el Instituto Nacional de Medicina, FES Aragón, FES Cuautitlán, Facultad de Ciencias, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Universidad Tecnológica de Altamira y ENES Juriquilla.

Se organizó un taller con 25 horas de trabajo, donde los participantes trabajaron con los ejemplos desarrollados en cinco sesiones. Durante este proceso, se recopilaron tres corpus de datos. El primero, consistió en registros de discursos verbales, tales como preguntas, comentarios, respuestas, soluciones, ofrecidos por los participantes sobre la claridad y utilidad percibida de los ejemplos. El segundo, correspondió a una encuesta relacionada con la percepción general de los materiales. El tercero, con una evaluación en el impacto en el aprendizaje, basada en la opinión de los participantes.

El contenido de los discursos se registró y se analizó con la herramienta Atlas.Ti, lo que permitió codificar comentarios y extraer información más profunda sobre los materiales. Las categorías identificadas como positivas fueron: Contenido, didáctica y relevancia. Las categorías sujetas a mejoras fueron: Compatibilidad con distintos dispositivos y aumento de la cantidad de ejemplos.

En la Figura 3, se muestran resultados de satisfacción de los ejemplos, en donde se toma la perspectiva del Indicador Promotor Neto (IPN).

Figura 3. *Evaluación de ejemplos por especialistas.*



En la Figura 3, para calcular el IPN con respecto a la evaluación de contenidos, se tuvieron 26 respuestas, de las cuales 19 se categorizaron como promotores (por los puntajes de 10 y 9), 2 pasivos y 1 detractor. Conforme el cálculo del indicador, el porcentaje de promotores (0.7307) menos el porcentaje de detractores (0.0384) mostró que la percepción fue del 69.23% lo que indica que la mayoría de los participantes valoró positivamente a los recursos.

Al aplicar el mismo procedimiento para medir la percepción de aprendizaje, se tuvieron 20 promotores, 6 pasivos y ningún detractor, lo que representa un IPN=76.92%. Existe una percepción favorable en términos de conocimiento, comprensión y habilidades, así como la experiencia general del usuario al trabajar con los ejemplos desarrollados.

Evaluación: Tras revisar los materiales y aplicar mejoras, se amplió el repositorio a 21 ejemplos y se optimizó la compatibilidad de la aplicación para alojarla en un sitio de la UNAM. Posteriormente, se llevó a cabo una prueba piloto con 45 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la FES Aragón.

El experimento tuvo como objetivo medir la efectividad del aprendizaje mediante los ejemplos desarrollados, evaluando cómo varía el desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención. Para ello, se aplicó la prueba Mann-Whitney, bajo la hipótesis nula de que no existe diferencia en el desempeño entre las condiciones (es decir, antes y después de la intervención).

Los resultados arrojaron dos p-valores: 0.033 sin ajuste y 0.028 ajustado para empates. Ambos valores, inferiores al nivel de significancia de 0.05, indican diferencias estadísticamente significativas en el desempeño entre las condiciones evaluadas.

Aunado a lo anterior, la pregunta cualitativa; "¿Recomendarías el recurso para alumnos de 2do semestre que estén cursando la asignatura de álgebra lineal?", también fue analizada con la métrica IPN, de donde se obtuvo un 82.22%, porcentaje mayor del que se había obtenido con los evaluadores.

Esto se reinterpreta en los siguientes términos. La intervención basada en ejemplos desarrollados, mediante la metodología ABE y el diseño instruccional ADDIE, generó un cambio significativo en los resultados de los participantes, lo cual respalda la efectividad de la intervención y sugiere que los estudiantes aprendieron de manera más significativa al interactuar con estos recursos.

CONCLUSIONES

Se han realizado pruebas que muestran que la integración del ABE y un diseño instruccional basado en el modelo ADDIE puede mejorar significativamente la enseñanza de Álgebra Lineal en el contexto de la formación en ingeniería.

Los resultados obtenidos, evidenciados mediante el diseño de Mann-Whitney y valores obtenidos de *p*, indican que los estudiantes que interactuaron con los ejemplos desarrollados experimentaron una mejora significativa en su desempeño, en comparación con la medición inicial. Además, el recurso obtuvo un IPN del 82.22% por parte de los estudiantes en la prueba piloto, lo que sugiere una alta aceptación y percepción de utilidad que respalda el potencial de ejemplos desarrollados.

Esto confirma que la metodología aplicada facilitó una comprensión más profunda y una mayor capacidad para aplicar conceptos de álgebra lineal en contextos reales. Asimismo, se reconoce que la retroalimentación de especialistas coadyuvó a promover una experiencia de aprendizaje activo y significativo. Se responde positivamente a la pregunta de investigación, ya que se lograron desarrollar ejemplos innovadores y recursos educativos que, mediados por tecnología, potencian la resolución de problemas y mejoran el desempeño estudiantil. Es importante, en el contexto del proyecto, continuar con el desarrollo de más ejemplos, asimismo, ampliar la muestra y aplicar este enfoque en otros contextos o asignaturas.

El artículo ha sido posible gracias al apoyo recibido de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico DGAPA de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través del proyecto PAPIME PE101224.

Se agradece el apoyo del Ing. Gustavo Ruiz Cerezo y los becarios Jessica Montserrat Vega Álvarez y Guillermo Alexis Gazanini Neria.

BIBLIOGRAFÍA

Bernier, J., & Zandieh, M. (2024). Comparing student strategies in a game-based and pen-and-paper task for linear algebra. *The Journal of Mathematical Behavior, 73*(1), 101105. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2023.101105.

Bouhjar, K., Andrews-Larson, C., & Haider, M. (2021). An analytical comparison of students' reasoning in the context of inquiry-oriented instruction: The case of span and linear independence. *The Journal of Mathematical Behavior, 64*(2), 100908. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2021.100908.

Caglayan, G. (2018). Coordinating analytic and visual approaches: Math majors' understanding of orthogonal Hermite polynomials in the inner product space $\mathbb{P}n\mathbb{R}$ in a technology-assisted learning environment. *The Journal of Mathematical Behavior, 52*(3), 36–50. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.03.006.

Caglayan, G. (2015). Making sense of eigenvalue–eigenvector relationships: Math majors' linear algebra–geometry connections in a dynamic environment. *The Journal of Mathematical Behavior, 40*(3), 63–82. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.08.003.

Calvillo, O., Rodríguez, E., & Rodríguez, A. (2015). La tecnología aplicada a la enseñanza de las ciencias básicas. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 7*(2), 45–52. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/135.

Carlson, D. (1993). Teaching linear algebra: Must the fog always roll in? *The College Mathematics Journal, 24*(1), 29–40.

Dogan, H. (2018). Differing instructional modalities and cognitive structures: Linear algebra. *Linear Algebra and its Applications, 542*(2), 1–14. https://doi.org/10.1016/j.laa.2017.07.007.

Harel, G. (2017). The learning and teaching of linear algebra: Observations and generalizations. *The Journal of Mathematical Behavior, 46*(2), 192–210. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2017.02.007.

Martínez, F. (2021). Aprendizaje, enseñanza, conocimiento: Tres acepciones del constructivismo. *Perfiles Educativos, 43*(174), 1–15. https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2021.174.60208.

Renkl, A. (2021). The worked example principle in multimedia learning. En R. E. Mayer & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 231–240). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108894333.023.

Seel, N., Lehmann, T., Blumschein, P., & Podolskiy, O. A. (2017). Models of instructional design. En N. Seel, T. Lehmann, P. Blumschein, & O. Podolskiy (Eds.), *Instructional design for learning* (pp. 45–107). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-941-6_3.

Serbin, K., Sánchez, B., Truman, J., Watson, K., & Wawro, M. (2020). Characterizing quantum physics students' conceptual and procedural knowledge of the characteristic equation. *The Journal of Mathematical Behavior, 58*(3), 100777. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100777.

Sweller, J., & Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognitive Instruction, 2*(2), 59–89. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0201_3.

Taguchi, Y. (2020). Introduction to linear algebra. En *Unsupervised feature extraction applied to bioinformatics. Unsupervised and semi-supervised learning* (pp. 1–20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22456-1_1.

Wesenberg, L., Krieglstein, F., Jansen, S., & Daniel, R. G. (2025). Teaching with worked examples: Why the selection of problems for exemplification is critical. *Contemporary Educational Psychology, 80*(2), 102328. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2024.102328.

PERCEPCIÓN DE HABILIDADES SOCIOEMOCIONALES EN ESTUDIANTES DE PRIMER INGRESO EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA

PERCEPTION OF SOCIO-EMOTIONAL SKILLS IN FIRST-TIME STUDENTS IN ENGINEERING PROGRAMS

M. B. E. Palomares Ruiz[1]
A. Torres Bugdud[2]
C. Sordia Salinas[3]
A. Treviño Cubero[4]

RESUMEN

El estudio tiene como objetivo analizar la percepción de habilidades socioemocionales en alumnos de primer ingreso en Programas Educativos de Ingeniería, con el propósito de promover en la formación de los ingenieros la importancia de estas competencias en el ámbito profesional. Mediante una metodología cuantitativa y experimental, se encuestaron 373 estudiantes de una dependencia de educación superior, utilizando un cuestionario basado en escalas tipo Likert. Los resultados indican que los estudiantes poseen habilidades clave como comunicación efectiva, resolución de conflictos y trabajo en equipo, aunque su desarrollo varía según el programa educativo de los encuestados. Se identificó la necesidad de formar profesionales con sólidas habilidades socioemocionales ya que empresas nacionales e internacionales resaltan su relevancia en el mercado laboral. Se concluye que, aunque los alumnos reconocen la importancia de estas habilidades, es crucial que las instituciones de educación superior en sus programas educativos continúen reforzándolas para mejorar su integración en el entorno laboral.

ABSTRACT

The study aims to analyze the perception of socio-emotional skills among first-year students in Engineering Educational Programs, with the goal of emphasizing the importance of these competencies in professional training. Using a quantitative and experimental methodology, a survey was conducted with 373 students from a higher education institution, utilizing a Likert-scale-based questionnaire. The results indicate that students possess key skills such as effective communication, conflict resolution, and teamwork, although their development varies depending on the respondents' educational program. The need to train professionals with strong socio-emotional skills was identified, as national and international companies highlight their relevance in the job market. It is concluded that, although students recognize the importance of these skills, it is crucial for higher education institutions to continue reinforcing them in their academic programs to enhance their integration into the professional environment.

ANTECEDENTES

A través del desarrollo global el sector ha evolucionado al grado que los empleadores han tenido que reformar en sus líneas de colaboradores no solo que cuenten con las habilidades técnicas sino habilidades socioemocionales esto con el propósito de tener profesionales altamente capacitados para enfrentar no solo los retos profesionales, sino también tengan las habilidades para la comunicación, resolución de problemas, trabajo en equipo, entre otros.

En lo que se refiere a las Instituciones de Educación Superior (IES) formadoras de ingenieros, han comenzado a integrar programas y asignaturas dirigidas especialmente a las habilidades

[1] Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Mecánica y Eléctrica. maria.palomaresrz@uanl.edu.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Mecánica y Eléctrica. arturo.torresbg@uanl.edu.mx
[3] Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Mecánica y Eléctrica. cesar.sordiasl@uanl.edu.mx
[4] Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Mecánica y Eléctrica. arnulfo.trevinocb@uanl.edu.mx

blandas, pues Cabanillas et al. (2021, p.3) las describen: “Las tendencias actuales demandan que las organizaciones educativas incluyan en sus proyectos educativos competencias socioemocionales con el propósito de formar estudiantes capaces de enfrentar desafíos y logren consolidar un proyecto de vida trascendente.”.

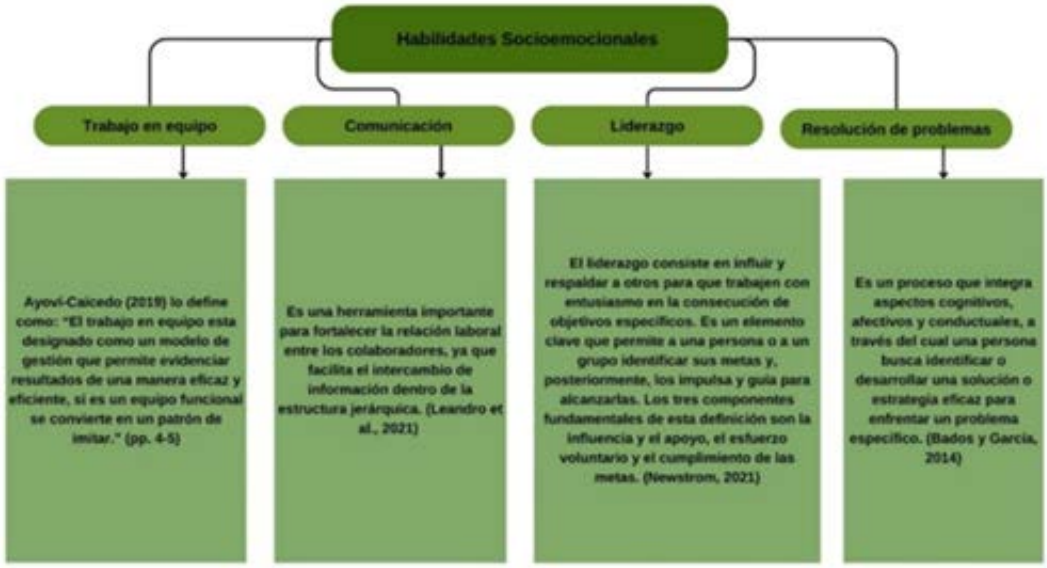
Tratándose de un sector sumamente demandante en cuanto resolución de conflictos, Florea y Stray (2018, p.66) describieron la demanda por parte de los empleadores de la siguiente manera: “quieren contratar evaluadores que puedan comunicarse bien y tener habilidades analíticas y de resolución de problemas.” Esto también como un llamado a los formadores de futuros profesionales.

Fortaleciendo también con la exigencia de profesionales capaces de adaptarse al cambio y de generar soluciones creativas y con un buen manejo de sus habilidades socioemocionales, Millalén (2017, p.2) afirma que: “Hoy más que nunca, la industria demanda profesionales altamente efectivos, que sean capaces de armonizar coherentemente sus conocimientos técnicos con sus habilidades socioemocionales para la resolución de problemas”.

García, & Treviño (2020) señalan en su estudio de las competencias universitarias que se evidencia que las competencias emocionales tienen un peso importante en los egresados.

En la Figura 1 se representan algunas de las principales habilidades socioemocionales y las definiciones de autores para quienes también representan un factor fundamental.

Figura 1. *Principales Habilidades Socioemocionales y su definición.*



Fuente: Ayoví-Caicedo (2019), Leandro et al. (2021), Newstrom (2021) y Bados & García (2014).

habilidades socioemocionales en el campo de ingeniería no solo son un complemento de excelencia que potencia a llevar al máximo al profesional en su desarrollo, sino que también facilita el trabajo en proyectos multidisciplinarios, mejora la intercomunicación con el personal, gestiona de manera adecuada el recurso, el tiempo e innova y se adapta a los retos que emerjan.

METODOLOGÍA

Contribuyendo con el propósito de fortalecer las habilidades socioemocionales en diversos campos, se utilizó una metodología cuantitativa de la cual Hernández (2014, p. 4) lo expone como: "Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías." y de diseño experimental donde Hernández (2014, p. 130) lo explica como: "Pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula".

Con una técnica de encuesta digital y usando un instrumento de cuestionario previamente utilizado y validado por Hernández et al. (2020) donde utilizaron 18 enunciados los cuales miden la percepción respecto a la adquisición de habilidades blandas. Se usó una muestra no probabilística; por conveniencia, que representa a los sujetos que están disponibles y por su proximidad.

En la investigación se aplicó la encuesta a un total de 373 alumnos de primer ingreso, de 9 de los 14 programas educativos que ofrece una Dependencia de Educación Superior de una Universidad Pública del Noreste de México.

Se utilizó la fórmula para calcular la muestra adoptada del Instituto Nacional de Aprendizaje (s/f) donde se vería de la siguiente manera:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2 x(N-1) + Z^2 xPxq}$$

Dónde: n es el tamaño de la muestra; Z es el nivel de confianza; p es la variabilidad de éxito; q es la variabilidad de fracaso; N es el tamaño de la población y E es la precisión de error.

Por lo que utilizando los datos de identificación se reflejaría de la siguiente manera:

$$n = \frac{373\ x\ 1{,}96^2\ x\ 0{,}05\ x\ 0{,}95}{0{,}03^2 x(373-1) + 1{,}96^2 x 0.05 x 0{,}95} = 190$$

Dónde: n es el tamaño de la muestra; Z es el nivel de confianza (95%); p es la variabilidad de éxito (5%); N es el tamaño de la población (373) y E es la precisión de error (5%). Obteniendo un tamaño de muestra de 190 estudiantes de primer ingreso en una Facultad de Ingeniería.

En este cuestionario con el nombre de "Explorando Mis Habilidades Socioemocionales" se hizo una estructura de fácil entendimiento, con un total de 20 preguntas, empleando una escala tipo Likert, donde la primera fase del cuestionario se limitaría a la cuestión de sus

datos generales y la segunda fase sería completamente dirigida con el tema de las habilidades socioemocionales, cuestionando su conocimiento sobre estas y su propia aplicación.

Objetivos

Objetivos generales

Identificar la percepción de los estudiantes de primer ingreso sobre sus habilidades socioemocionales y la opinión de los empleadores de industria actuales.

Objetivos específicos

- Identificar cómo los estudiantes de primer ingreso perciben sus propias habilidades socioemocionales.
- Explorar la importancia de las habilidades socioemocionales en el ámbito laboral según la perspectiva de los empleadores.
- Evaluar qué habilidades socioemocionales consideran más relevantes los empleadores en la industria actual.

Preguntas de investigación

¿Cómo identifican los alumnos de primer ingreso sus habilidades socioemocionales?
¿Qué opinan los empleadores acerca de las habilidades socioemocionales?

Hipótesis

Los estudiantes de primer ingreso de los programas de ingeniería de una Dependencia de Educación Superior perciben que poseen habilidades socioemocionales desarrolladas, lo que les permite enfrentar de manera efectiva los desafíos académicos y sociales en su entorno universitario, así como en el profesional.

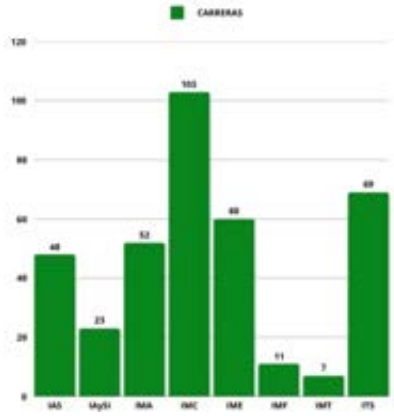
Limitantes del estudio

- Predisposición de los jóvenes a participar en el estudio, puede tener un sesgo de autoselección.
- Condiciones en el estado emocional de los jóvenes al momento de contestar la encuesta
- Carga y estrés académico asociado a los programas de ingeniería.
- La autoimagen puede cambiar con las etapas del desarrollo del joven durante la formación, dificultando la consistencia de los resultados.

RESULTADOS

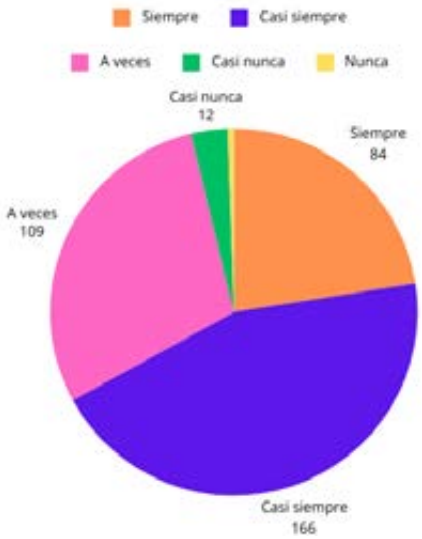
Una vez empleado y concluido con las encuestas, se llevó a cabo una recopilación de los mismos datos, como se expresa en la Figura 2, 8 de los 14 programas educativos que son: Ingeniero Mecánico Electricista (IME), Ingeniero Mecánico Administrador (IMA), Ingeniero en Materiales (IMT), Ingeniero en Manufactura (IMF), Ingeniero en Mecatrónica (IMC), Ingeniero Administrador de Sistemas (IAS), Ingeniero en Tecnología Software (ITS), Ingeniería en Automatización y Sistemas Inteligentes (IAySI), hubo un rango prioritario de participación en el PE de la carrera de IMC con 97 estudiantes que respondieron a la encuesta, siguiendo con 69 de la carrera de ITS y 60 estudiantes de primer ingreso dela carrera de IME.

Figura 2. *Programas educativos participantes en la encuesta.*



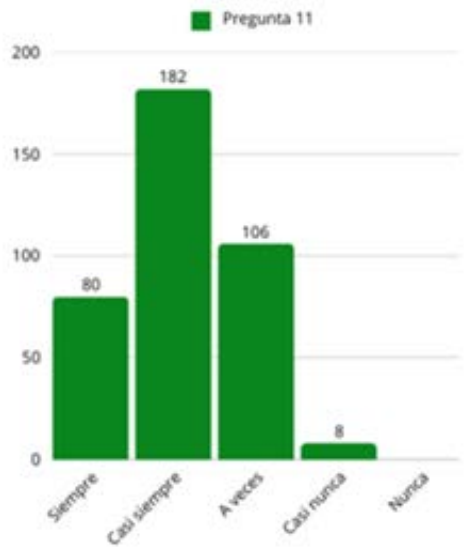
Tomando en cuenta las principales habilidades emocionales: “Liderazgo”, “Comunicación”, “Trabajo en equipo”, “Resolución de problemas”, se distinguieron algunas de las preguntas aplicadas en la encuesta, como se representó en la Figura 3, la pregunta número 5 “Crees que te puedes comunicar de manera eficaz con tu entorno”, 166 estudiantes seleccionaron “Casi siempre” predominó en la respuesta.

Figura 3. *Respuesta pregunta 5*
“¿Crees que te puedes comunicar de manera eficaz con tu entorno?”.



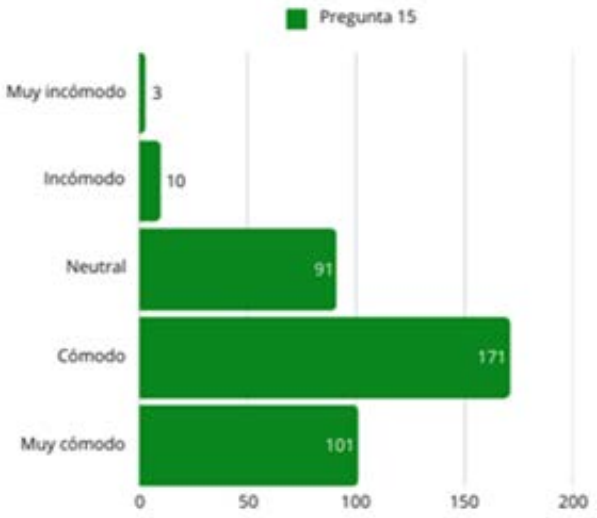
Considerando las habilidades expuestas reconocidas por los estudiantes de primer ingreso, también es relevante como perciben sus propias habilidades, en la Figura 4 se recopilaron las respuestas de la pregunta 11 “Consideras contar con la habilidad para resolver conflictos”, por otra parte, los estudiantes de primer ingreso se perciben con habilidades para resolver conflicto en 182 respuestas con “Casi siempre” y 106 respuestas con “A veces”.

Figura 4. *Respuesta pregunta 11*
"Consideras contar con la habilidad para resolver conflictos".



Aunque se refleja unas respuestas alentadoras en cuanto a la perspectiva de las habilidades socioemocionales por parte de los estudiantes de primer ingreso de carreras de ingeniería, no se puede pasar por desapercibido la demanda de compañerismo dentro de las aulas, en la Figura 5 con la pregunta 15 "Evalúa tu nivel de comodidad al trabajar en equipo", al cuestionar si se siente cómodo al trabajar en equipo la respuesta que predominó con 171 "Cómodo" y 101 "Muy cómodo".

Figura 5. *Respuesta pregunta 15*
"Evalúa tu nivel de comodidad al trabajar en equipo".



En el estudio se identificaron empresas transnacionales que refieren valorar candidatos que cuenten con habilidades socioemocionales aplicables, algunas de ellas como:

- BMW Group (s/f) no solo busca ingenieros con capacidades técnicas de alto nivel, sino valora candidatos que posean habilidades socioemocionales como trabajo en equipo, adaptabilidad y comunicación efectiva, esenciales para cumplir sus funciones.
- Holcim México (s/f) una empresa líder en el campo de materiales de construcción busca profesionales que tengan las competencias socioemocionales que permita a sus colaboradores integrarse mediante una comunicación efectiva y contribuir en equipos multidisciplinarios mediante liderazgo y trabajo en equipo.
- Iberdrola (2021) no solo busca emplear a profesionales con capacidades excepcionales de comunicación efectiva, liderazgo, inclusión y resolución de problemas, sino que, además, han implementado actividades de sensibilización, dejando notar como estas asignaturas no solo son relevantes en la educación sino también al momento de desarrollarse en una empresa.
- Microsoft, COMFAMA (s/f) cuenta con valores y compromisos bien establecidos, dentro de esta empresa internacional es importante que los colaboradores tienen habilidades socioemocionales claras como la transparencia y una comunicación abierta y efectiva.

Estas empresas transnacionales tienen el alto compromiso de tener colaboradores que sepan desarrollarse tanto técnica como emocionalmente, esto solo verifican el hecho de la necesidad de las IES de estar de manera actualizada en cuanto a sus Perfiles de Egreso (PE).

Por lo tanto, los empleadores actuales buscan profesionistas que contengan tantos conocimientos técnicos como habilidades socioemocionales aunado a las positivas respuestas de los estudiantes de primer ingreso de los PE de ingeniería de la IES, es necesario seguir trabajando con los perfiles de egreso de los programas educativos formadores de ingenieros, en particular darle seguimiento a los de mayor respuesta de estas encuestas.

Por su parte, las Facultades de Ingeniería han estado implementado Unidades de Aprendizaje para el óptimo desarrollo de las habilidades socioemocionales tales como: Igualdad de género, Diversidad sexual e inclusión, Competencia comunicativa, Cultura de paz y Derechos humanos, entre otras.

CONCLUSIONES

Las habilidades socioemocionales se han convertido en un pilar fundamental en la sociedad moderna. Ya no son únicamente una responsabilidad individual, sino que empleadores e instituciones educativas buscan activamente fomentarlas.

El impacto de estas habilidades en los estudiantes de primer ingreso en programas de ingeniería es evidente, ya que demostraron una respuesta positiva en su evaluación inicial. Sin embargo, se recomienda aplicar la encuesta en semestres posteriores para analizar cómo evoluciona su autoimagen y percepción a lo largo de su formación, destacando así el papel crucial de la labor docente en este proceso.

Más allá de identificarlas, es esencial seguir fortaleciendo estas competencias para que, al egresar, los estudiantes no solo sobresalgan por sus habilidades técnicas, sino también por su capacidad de comunicación, trabajo en equipo y gestión emocional. Además, estas habilidades no solo potencian el desempeño profesional, sino que enriquecen la vida personal, promoviendo un equilibrio saludable entre el trabajo y el bienestar emocional.

Por ello, integrar el desarrollo socioemocional en la formación de los ingenieros no es solo una ventaja, sino una necesidad para formar profesionales íntegros y altamente capacitados.

BIBLIOGRAFIA

Arturo, B. L., & Eugeni, G. G. (2014, 3 de junio). Resolución de problemas. Universitat de Barcelona. https://hdl.handle.net/2445/54764.

Ayoví-Caicedo, J. (2019). Trabajo en equipo: Clave del éxito de las organizaciones. Revista Científica FIPCAEC, 4(10), 58–76. https://doi.org/10.23857/fipcaec.v4i10.39.

BMW Group. (s. f.). Los mejores autos para ti | BMW México. BMW. https://www.bmw.com.mx/es/topics/fascination-bmw/corporation/bmw-group.html.

COMFAMA. (s. f.). Microsoft como ejemplo de una cultura organizacional sólida. Recuperado de https://www.comfama.com/servicio-de-empleo/empresas/biblioteca/cultura-y-climaorgan izacional/microsoft-como-ejemplo-de-cultura-organizacional/.

Florea, R., & Stray, V. (2018). Software tester, we want to hire you! An analysis of the demand for soft skills. En J. Garbajosa, X. Wang, & A. Aguiar (Eds.), Agile processes in software engineering and extreme programming. XP 2018 (pp. 155–167). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91602-6_4.

García Ancira, C., & Treviño Cubero, A. (2020). University skills and graduation profile. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, 8(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322020000100003.

Hernández Herrera, C. A., & Neri Torres, J. C. (2020). Habilidades blandas en estudiantes de ingeniería de tres instituciones públicas de educación superior. REÍR. Revista Iberoamericana de Investigación y Desarrollo Educativo, 10(20), e047. https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.678.

Hernández, R. S., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf.

Holcim México. (s. f.). Cumplimiento ético. https://www.holcim.com.mx/gobierno-corporativo.

Iberdrola. (2021, 22 de abril). Diversidad e inclusión. Iberdrola. https://www.iberdrola.com/compromiso-social/diversidad-inclusion.

Instituto Nacional de Aprendizaje. (s. f.). Fórmulas para calcular la muestra. https://www.inapidte.ac.cr/pluginfile.php/15090/mod_resource/content/10/idm-2/pdf/pdf-formulas.pdf.

Leandro, M. R. P., Estefani, A. B. L., & Estephany, C. Q. J. (2021). Comunicación organizacional y su influencia en la satisfacción laboral en la Gerencia de Administración Tributaria de la Municipalidad Provincial de Coronel Portillo, 2020 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ucayali]. https://repositorio.unu.edu.pe/items/f03f4149-8cdf-48ea-845e-5f1f332c5044.

Millalén, F. V. (2017). Infusión de habilidades blandas en el currículo de la educación superior: Clave para el desarrollo de capital humano avanzado. Revista Akadèmeia, 15(1), 53–73. https://repositorio.ugm.cl/bitstream/handle/20.500.12743/1407/Infusion%20de%20habilidades.pdf.

Newstrom, J. W. (2011). Comportamiento humano en el trabajo (13.ª ed.). McGraw-Hill. https://uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/11/Comportamiento_humano_en_el_trabajo.pdf

APLICACIÓN DE INGENIERÍA INVERSA EN MODELADO Y FABRICACIÓN ADITIVA

APPLICATION OF REVERSE ENGINEERING IN MODELING AND ADDITIVE MANUFACTURING

G. Partida Ochoa[1]
L.G. González Vázquez[2]
M. Mojarro Magaña[3]
R.J. Pérez López[4]

RESUMEN

Este artículo presenta la metodología implementada para fabricar un objeto orgánico utilizando herramientas de manufactura digital. Se empleó un escáner 3D EINSCAN PROHD, los softwares SHINING 3D, Meshmixer y Ultimaker Cura para la aplicación de ingeniería inversa en modelos CAD y en la impresora Ultimaker 2+. Se identificaron tres opciones de escaneo en el software SHINING 3D: 1) Escaneo Fijo, 2) Escáner HD de mano y 3) Escáner rápido de mano, con la posibilidad de seleccionar tres niveles de resolución. Para esta investigación, se utilizó la segunda opción y los tres niveles de resolución. Los modelos obtenidos fueron procesados en Meshmixer y exportados en formato. STL a Ultimaker Cura para la generación de códigos G, que posteriormente se ejecutaron en la impresora Ultimaker 2+. Los resultados indican que el escaneo en alta resolución proporciona el mejor nivel de detalle, manteniendo la fidelidad de la pieza original, las experiencias y recomendaciones plasmadas contribuirán a la formación de ingenieros con competencias globales.

ABSTRACT

This article presents the methodology implemented to manufacture an organic object using digital fabrication tools. An EINSCAN PROHD 3D scanner, SHINING 3D, Meshmixer and Ultimaker Cura software were used for reverse engineering CAD models and an Ultimaker 2+ printer. Three scanning options are identified in the SHINING 3D software: 1) Fixed Scanning, 2) Handheld HD Scanner and 3) Handheld Fast Scanner, with the possibility of selecting three resolution levels. For this research, the second option and all three resolution levels were used. The obtained models were processed in Meshmixer and exported in. STL format to Ultimaker Cura for G-code generation, which were subsequently executed on the Ultimaker 2+ printer. The results indicate that high-resolution scanning provides the best level of detail, maintaining the fidelity of the original part. The experiences and recommendations reflected will contribute to the training of engineers with global skills.

ANTECEDENTES

Los antecedentes se presentan en tres apartados: Ingeniería Inversa, Software CAD utilizados y aceptados en impresión 3D y manufactura aditiva.

Ingeniería Inversa

Batancur (2011) define a la ingeniería inversa como una metodología ampliamente utilizada en la manufactura y el diseño de productos, permitiendo la obtención de modelos digitales precisos. Además, García (2022) menciona que puede ser utilizada para analizar y recrear digitalmente objetos físicos a partir de escaneos o mediciones detalladas. Bordignon (2018) y Rodríguez, (2019) mencionan que la evolución de la tecnología de escaneo 3D, permite

[1] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. gonzalo.po@cdguzman.tecnm.mx
[2] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. luis.gv@cdguzman.tecnm.mx
[3] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. maria.mm@cdguzman.tecnm.mx
[4] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. ruben.pl@cdguzman.tecnm.mx

optimizar este proceso, facilitando la digitalización de piezas con alta fidelidad, en un menor tiempo, a un bajo costo y con la opción de subsanar imperfecciones en los diseños. El enfoque de Varady (1997) es esencial en diversas industrias, ya que facilita la reproducción, mejora y análisis de componentes para su posterior fabricación mediante impresión 3D o maquinado de Control Numérico (CNC).

Aguilar (2024) menciona que la ingeniería inversa se aplica en sectores como la aeronáutica, la ingeniería de materiales, elementos constructivos, industria aeroespacial, aeronáutica, automotriz, construcción, médica, en el desarrollo de elementos de máquinas, entre otros. Sus usos van desde la reparación y modernización de piezas hasta la creación de prototipos personalizados y el análisis de estructuras complejas. En este contexto, (Gibson, 2015; Moreno, 2017) mencionan que la ingeniería inversa se ha convertido en una herramienta esencial para la innovación y el desarrollo tecnológico, permitiendo la recuperación de diseños obsoletos, la optimización de procesos y la adaptación de productos a nuevas necesidades de los mercados crecientes.

La ingeniería inversa evoluciona con la llegada del escáner 3D, la empresa SHINING 3D (2023) menciona que el modelo EINSCAN PRO 2X ofrece un rendimiento incomparable en la captura de alta resolución y precisión. Además de ser un asistente confiable para diseñadores e ingenieros que buscan modelado 3D de alta calidad. Las especificaciones técnicas del escáner 3D, se encuentran en el manual EINSCAN PROHD (2021) y se presentan en la Tabla 1.

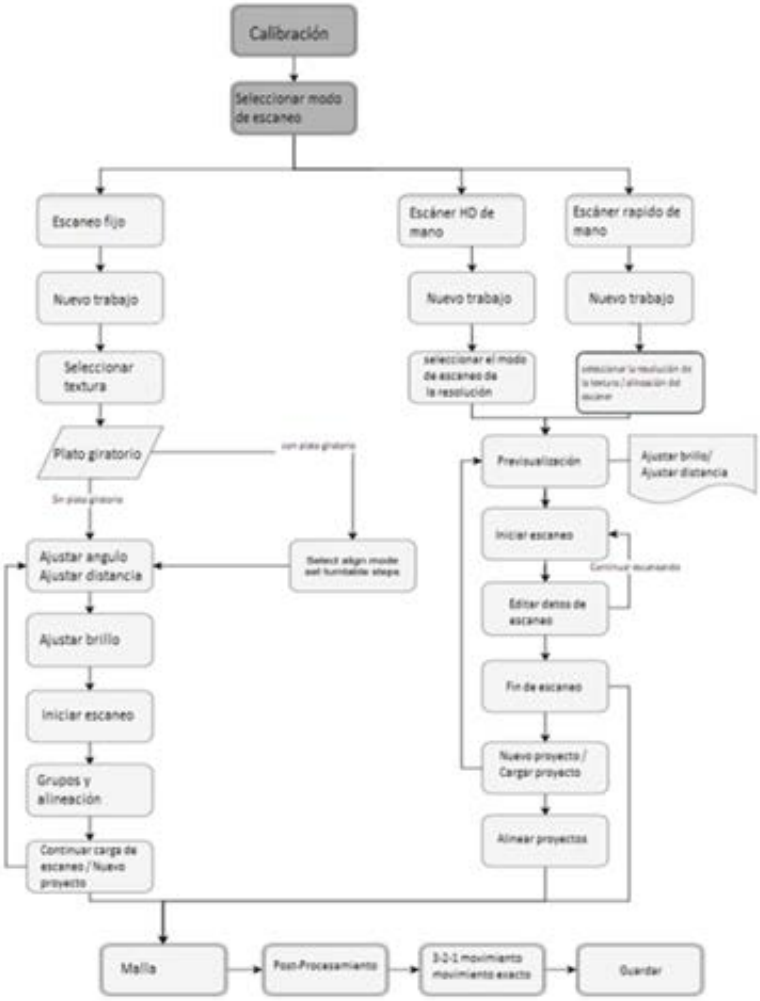
Tabla 1. *Especificaciones del escáner EINSCAN PROHD.*

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Peso	1.13 kg
Exactitud del escaneo	Hasta 0.045 mm en Escaneo HD, Hasta 0.1 mm en Escaneo rápido de mano
Fuente de luz	LED
Software	ExScan Pro, Solid Edge Shining 3D
Formato de salida	OBJ, STL, ASC, CAPA, P3, 3MF
Configuración requerida	Tarjeta gráfica: tarjeta Quadro P1000 y superior o NVIDIA GTX660 y superior, procesador: Intel (R) xeon E3-1230, Intel (R) I5-3470, Intel (R) I7-3770; interfaz: USB 3.0 de alta velocidad; memoria: 8G
Peso	1.13 kg

Fuente: EINSCAN PROHD (2021).

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo, proporcionado en el manual de usuario del escáner EINSCAN PROHD, originalmente estaba en inglés y ha sido traducido al español para una mayor compresión. Se presentan las tres opciones en las que se puede utilizar el escáner y las etapas que implica cada una de ellas.

Figura 1. *Diagrama de flujo de escáner EINSCAN PROHD.*



Fuente: EINSCAN PROHD (2021).

El peso del escáner es de 1.13 kg y requiere se conecte a una toma eléctrica de 127V y a un puerto USB 3.0. En la Figura 2 se presenta:

a) Un esquema de la conexión, donde el numero:
- 1 representa la conexión del escáner al puerto USB 3.0
- 2 y 3 Representan la conexión para la alimentación eléctrica del escáner.
- 4 es la conexión de la clavija al regulador del escáner.

b) Es una fotografía de la vista isométrica del escáner.

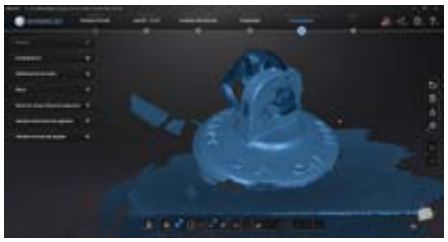
Figura 2. *Escáner EINSCAN PROHD.*

a) b)

Fuente: EINSCAN PROHD (2021).

Por medio de la Figura 3, se presenta la interfaz del software SHINING 3D®, en la parte superior se observa una línea de tiempo, donde de forma visible se muestra la etapa en la que se está trabajando. Del lado izquierdo y en la parte inferior se presentan comandos acordes a lo que se está realizando y del lado derecho comandos básicos.

Figura 3. *Interfaz del software SHINING 3D®.*



Programas CAD utilizados en impresión 3D

El portal "paradibujantes" en (2023), realizó una clasificación sobre programas de cómputo que facilitan el proceso para migrar del dibujo a la impresión 3D, esta información se presenta a través de la Tabla 2.

Tabla 2. *Programas para crear diseños para impresoras 3D.*

Para Principiantes	Avanzados	Versión Gratuita	Programas Online	Específicos para Impresión 3D
TinkerCAD	FUSION 360	TinkerCAD	TinkerCAD	CraftWare
Vectary	FreeCAD	Vectary	Vectary	Slic3r
3D Slash	Onshape	3D Slash	3D Slash	Meshmixer
XYZMaker	Shapr3D	SketchUp	XYZMaker	3D Slash
SketchUp	SculptGL	FreeCAD	SculptGL	XYZMaker
BlocksCAD	ZbrushCoreMini	Wings 3D		
	CraftWare	BlocksCAD		
	Slic3r	Art of Illusion		
	Meshmixer	K-3D		
	Blender	Insight3D		
	ReCap Pro			

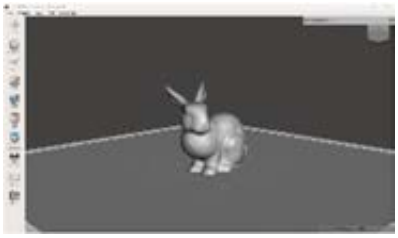
Fuente: paradibujantes (2023).

Meshmixer es uno del software 3D® gratuitos ofrecidos por Autodesk que presenta varias características interesantes para ayudar al usuario en el modelado y la impresión 3D. 3Dnatives (2024) menciona que se basa en el modelado de superficies para diseñar cualquier tipo de pieza a partir de otro modelo, más precisamente en una malla triangular. La cual consta de tres elementos: vértices, aristas y caras o triángulos. Los vértices corresponden a puntos en el espacio 3D, las aristas conectan dos vértices juntos y las caras corresponden a la asociación de tres vértices.

Bitfab (2020), describe a MeshMixer, como una herramienta que ha sido diseñada para la manipulación y optimización de modelos 3D, siendo una herramienta versátil para quienes trabajan con impresión 3D. Su amplio conjunto de funciones permite desde la edición y modificación de modelos hasta su análisis y reparación, facilitando la creación de piezas listas para impresión. La Figura 4 muestra la interfaz de Meshmixer, donde se puede observar en la parte superior izquierda el acceso a menús desplegables, en la izquierda se encuentran los comandos y en el resto de la pantalla el área de trabajo, que proporciona el software.

Entre sus principales capacidades se encuentran las herramientas de edición, que permiten mover, rotar y escalar modelos con precisión, dividirlos en secciones, ahuecarlos para reducir el consumo de material y separarlos en sus componentes individuales. Estas funciones hacen posible modificar los modelos de manera flexible y eficiente.Además, Meshmixer cuenta con herramientas de análisis y reparación que ayudan a evaluar la viabilidad de impresión de un modelo, identificando áreas problemáticas y corrigiendo errores de geometría. También permite determinar el centro de gravedad de una pieza, asegurando su estabilidad al momento de imprimir. Otra funcionalidad clave es la conversión de modelos en sólidos, lo que optimiza su estructura para evitar fallas en la impresión.

Figura 4. *Interfaz del software Meshmixer.*



Manufactura aditiva

Las primeras tecnologías de impresión 3D se hicieron visibles por primera vez a fines de la década de 1980, momento en el que se las denominó tecnologías de prototipos rápidos (RP) Portocarrero (2018). La aparición de la impresión 3D supone unir la fabricación aditiva con el control numérico, permitiendo generar piezas directamente a partir de un modelo diseñado en software CAD, sin necesidad de moldes, Fernández (2021).

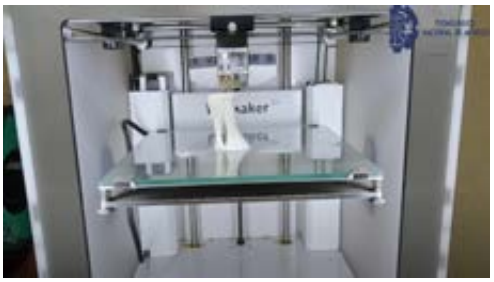
La impresora 3D es un dispositivo capaz de generar un objeto sólido tridimensional mediante la adición de material y se considera un método de adición, y ahí radica la principal diferencia con los sistemas de producción tradicionales que generan formas a partir de la eliminación de exceso de material, conociéndose como métodos sustractivos (Chimbo, 2016;

Guilcamaigua, 2024). Durán (2024) presenta algunas tecnologías empleadas para el escaneado 3D son: luz estructurada, láser o fotogrametría, utilizadas en diversas aplicaciones útiles como el diseño, la fabricación, la inspección de calidad entre muchas otras.

La impresora Ultimaker 2+ es una impresora 3D de escritorio reconocida por su precisión y versatilidad en la fabricación aditiva. Utiliza la tecnología de Modelado por Deposición Fundida (FDM) y es compatible con filamentos de 2.85 mm de diámetro. Su diseño incluye un extrusor con engranajes y boquillas intercambiables de diferentes diámetros (0.25 mm, 0.4 mm, 0.6 mm y 0.8 mm), lo que permite ajustar la resolución de capa entre 20 y 600 micras según las necesidades del proyecto. Con un volumen de impresión de 223 x 223 x 205 mm y una resolución XYZ de 12.5, 12.5 y 5 micras respectivamente, ofrece una alta precisión en la creación de modelos. La Figura 5, muestra: a) La interfaz del software Ultimaker Cura y b) Impresora Ultimaker 2+.

Figura 5. *Impresora 3D: a) Software Ultimaker Cura y b) Impresora Ultimaker 2+.*

a)



b)

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar la ingeniería inversa y la fabricación aditiva de un objeto orgánico. Utilizando el escáner EINSCAN PRO HD, los programas de cómputo Meshmixer-Cura y la impresora Ultimaker 2+.

METODOLOGÍA

Para desarrollar esta investigación se realizó en cuatro etapas, como se observa en la Figura 6.

Figura 6. *Etapa de la investigación.*

Escaneo 3D
Se utiliza el escáner EINSCAN PROHD para digitalizar el objeto físico, generando una nube de puntos con los tres tipos de resolución. Esta información se procesa para obtener una malla poligonal detallada en formato compatible.

Ingeniería inversa en CAD
Con el software Meshmixer, se eliminan errores y ruido en la malla, se suavizan superficies y se optimiza la geometría. Luego, el modelo se exporta en formato. stl para su posterior impresión 3D.

Impresión 3D
Se configura la impresora Ultimaker 2+, ajustando parámetros como resolución, tipo de material y orientación de impresión. Posteriormente, se genera el archivo G-code y se fabrica la pieza mediante impresión FDM.

Análisis de resultados
Se analizan las dimensiones, calidad y características de la pieza impresa. Además, se comparan los archivos digitales y físicos para verificar la precisión del proceso y la fidelidad del modelo impreso.

RESULTADOS
Los resultados se presentan por medio de tres tablas, en la Tabla 3, se muestra el tamaño de cada uno de los archivos que se generaron al escanear en las resoluciones: baja, media y alta. En las fases:

- Al finalizar de escanearlos en SHINING 3D.
- Al concluir de corregirlos y convertirlos a sólidos.
- Finalmente, al momento de importarlos en formato .stl.

Tabla 3. *Tamaño de archivos.*

Impresión	Tamaño de archivos		
	SHINING 3D	Meshmixer	.stl
BAJO	6,798 KB	11,900 KB	19,600 KB
MEDIO	29,720 KB	38,000 KB	19,900 KB
ALTO	122,070 KB	146,395 KB	19,538 KB

La configuración de la impresora 3D se muestra en la Tabla 4, se realizó en el software Ultimaker Cura y se recabó la información de las variables:

- % de relleno.
- Grosor de pared.
- Velocidad.
- Tiempo de impresión.

- Cantidad de bloques generada en cada uno de los archivos.

Tabla 4. *Variables de impresión 3D.*

Impresión	% relleno	Grosor de pared	Velocidad	Tiempo de impresión	Cantidad de bloques (renglones)
Bajo	20%	0.75mm	30mm/s	1h33m	279
Medio	20%	0.75mm	30mm/s	1h41m	285
Alto	20%	0.75mm	30mm/s	1h42m	287

La Tabla 5 muestra un análisis del proceso de escaneo 3D en diferentes resoluciones. En la primera columna se indica la resolución utilizada (baja, media o alta), en la segunda se presenta la configuración seleccionada en SHINING 3D, en la tercera se observa la nube de puntos generada, en la cuarta la conversión del modelo a sólido mediante Meshmixer y en la quinta la etapa de impresión 3D.

Tabla 5. *Resultados obtenidos en los tres modos de resolución.*

Resolución	Configuración SHINING 3D	Nube de puntos SHINING 3d	Sólido Meshmixer	Impresión 3d
Bajo				
Medio				
Alto				

De forma visible es muy difícil encontrar diferencias, sin embargo, en base a los datos se observa lo siguiente:

1. Densidad de la nube de puntos:
   - La configuración baja genera una nube de puntos con poca información (~0.2 millones de puntos), lo que se traduce en menor precisión del modelo final.
   - La configuración alta tiene 25 veces más puntos que la baja (~5M puntos), permitiendo una representación más fiel del objeto escaneado.
2. Cantidad de polígonos en el modelo sólido:
   - A medida que aumenta la resolución, la cantidad de polígonos crece, generando un modelo más detallado.
   - La diferencia entre baja y alta resolución es un incremento de 20 veces en la cantidad de polígonos.
3. Tiempo de procesamiento:
   - Procesar en alta resolución puede tardar hasta 5 veces más que en baja.
   - Esto es un factor clave si el escaneo se usa para ingeniería inversa o impresión 3D en lotes.

CONCLUSIONES

La investigación demuestra la relevancia de la ingeniería inversa como una herramienta clave en la digitalización, modificación y fabricación de modelos tridimensionales. La utilización del escáner EINSCAN PROHD permitió la captura de modelos en distintas resoluciones, cuya calidad final dependió directamente de la densidad de la nube de puntos generada. Se evidenció que la configuración de escaneo en alta resolución ofreció mejores resultados en términos de precisión y fidelidad del modelo. Posteriormente, el software Meshmixer facilitó la optimización de los modelos digitales, eliminando errores y mejorando su estructura antes de la impresión.

En términos de manufactura aditiva, el uso de la impresora Ultimaker 2+ y el software Ultimaker Cura permitió convertir los modelos digitales en objetos físicos, con variaciones mínimas en el tiempo de impresión entre las distintas resoluciones de escaneo. Sin embargo, un escaneo más detallado implica archivos más grandes y tiempos de procesamiento mayores, lo que debe considerarse en aplicaciones industriales o en producción en serie.

Este estudio confirma que la combinación de escaneo 3D, ingeniería inversa y manufactura aditiva es una metodología efectiva para la digitalización y reproducción de objetos orgánicos. El alcance de esta investigación fue identificar la mejor configuración del escáner, para vincularlo con la impresión 3D, lo cual coadyuvara a mejorar las habilidades técnicas de los estudiantes y prepararlos para el mercado laboral.

BIBLIOGRAFÍA

Alfonso, M. (2020, 26 de mayo). *Mega guía de Meshmixer, la navaja suiza de los STLs*. Bitfab. https://bitfab.io/es/blog/meshmixer/.

Aguilar Urquidez, P. (2024). *Impresión 3D cerámica de densidad variable controlada* [Tesis de licenciatura, institución no especificada].

Betancur Rodríguez, M. A. (2011). *Ingeniería inversa aplicada: Metodología y aplicaciones*

industriales (Tesis de licenciatura). Universidad EAFIT.

Bordignon, F., Iglesias, A. A., & Hahn, Á. (2018). *Diseño e impresión de objetos 3D: Una guía de apoyo a escuelas*. UNIPE Editorial Universitaria.

Crear diseños para impresora 3D: Los mejores softwares. (2023, 26 de septiembre). *Paradibujantes*. https://paradibujantes.com/3d/crear-disenos-para-impresora-3d/.

Chimbo, K. M., Aveiga, H. L., Moreira, J. M., & Tumbaco, R. L. (2016). Los beneficios de las impresoras 3D como herramienta de innovación en la medicina. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales, 11*.

Durán Sánchez, C. A., & Tapia Faicán, J. F. (2024). *Digitalización de autopartes mediante escaneo 3D* (Tesis de licenciatura).

EinScan. (2023, 1 de diciembre). *Einscan Pro HD proporciona una experiencia de escaneo de alta eficiencia*. https://www.einscan.com/escaneres-3d-portatiles/einscan-pro-hd-es/.

Fernández-Castellanos, R. (2024). *Diseño y optimización de una férula de muñeca para fabricación aditiva.*

García, J. C. T. (2022). *Scanner 3D para la fabricación de componentes mecánicos mediante ingeniería inversa.*

Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2015). *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing* (2.ª ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2113-3.

Guilcamaigua, S., & Arbey, M. (2024). *Impresión 3D.*

3Dnatives. (s. f.). *MeshMixer, the free surface 3D modeling software*. https://www.3dnatives.com/en/meshmixer-231020204/.

Moreno, I., & Serracín, P. (2017). Impresora 3D. *El Tecnológico, 27*(1), 26. https://revistas.utp.ac.pa/index.php/el-tecnologico/article/view/1293.

Portocarrero Peláez, J. S. (s. f.). *Trabajo exploratorio sobre la aplicación de la impresión 3D en una minera.*

Rodríguez Castro, C. C., & Barreto Amaya, C. A. (s. f.). *Recuperación de un ensamble mecánico por ingeniería inversa mediante técnicas de digitalización.*

Sahib. (2021, 15 de noviembre). *Guía del usuario del escáner 3D portátil multifuncional SHINING 3D EinScan Pro HD*. Manuals+. https://manuals.plus/es/shining-3d/einscan-pro-hd-multifunctional-handheld-3d-scanner-manual.

UltiMaker. (s. f.). *UltiMaker 2+ Connect*. https://ultimaker.com/es/3d-printers/s-series/ultimaker-2-connect/.

Varady, T., Martin, R. R., & Cox, J. (1997). Reverse engineering of geometric models: An introduction. *Computer-Aided Design, 29*(4), 255–268. https://doi.org/10.1016/S0010-4485(96)00054-1.

IMPACTO DE UN ENFOQUE PRÁCTICO EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS APLICADAS A INGENIERÍA

IMPACT OF A PRACTICAL APPROACH IN TEACHING APPLIED MATHEMATICS FOR ENGINEERING

R. Mendoza Vázquez[1]
A. J. Vázquez Vallejo[2]
A. R. Mendoza Vázquez[3]
M. A. Lezama Rojas[4]

RESUMEN

El presente artículo examina el impacto de un enfoque práctico en la enseñanza de matemáticas aplicadas a la ingeniería en el Instituto Tecnológico de Puebla. A través de la resolución de problemas en disciplinas como cálculo, álgebra y ecuaciones diferenciales, se busca fortalecer las habilidades críticas de los estudiantes de primer semestre. La metodología implementada incluye un Curso de Actualización en Matemáticas, acompañado de evaluaciones diagnósticas y un análisis comparativo de resultados. Se identificaron dificultades en áreas como álgebra, geometría y modelado matemático, evidenciando que entre el 40 % y el 70 % de los estudiantes mejoraron su desempeño durante el curso. No obstante, únicamente el 37 % logró aprobar el examen diagnóstico de Cálculo Diferencial y Matemáticas Aplicadas a la Administración, lo que resalta la necesidad de fortalecer las estrategias pedagógicas implementadas. Los resultados obtenidos sugieren que el enfoque basado en la resolución de problemas contribuye a una mejor comprensión de los conceptos matemáticos, aunque persisten desafíos en el desarrollo de competencias clave.

ABSTRACT

The present article examines the impact of a practical approach in teaching applied mathematics for engineering at the Technological Institute of Puebla. Through problem-solving in disciplines such as calculus, algebra, and differential equations, the aim is to strengthen the critical skills of first-semester students. The implemented methodology includes a Mathematics Refresher Course, accompanied by diagnostic assessments and a comparative analysis of results. Difficulties were identified in areas such as algebra, geometry, and mathematical modeling, showing that between 40% and 70% of students improved their performance throughout the course. However, only 37% passed the diagnostic exam in Differential Calculus and Applied Mathematics for Administration, highlighting the need to reinforce the implemented pedagogical strategies. The obtained results suggest that a problem-solving-based approach enhances mathematical comprehension, although challenges in developing key competencies persist.

ANTECEDENTES

La resolución de problemas matemáticos de aplicación en ingeniería ha sido un componente clave en la formación académica de los estudiantes de ingeniería. En disciplinas como cálculo diferencial, integral, vectorial, álgebra lineal y ecuaciones diferenciales estos problemas permiten a los estudiantes conectar los conceptos teóricos con situaciones reales, promoviendo una comprensión más profunda y aplicada de las matemáticas. La utilización

[1] Docente del Depto. de C. Básicas. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITPuebla). raymundo.mendoza@puebla.tecnm.mx
[2] Docente del Depto. de C. Básicas. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITPuebla). angelica.vazquez@puebla.tecnm.mx
[3] Docente del Depto. de C. Básicas. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITPuebla). antonioraymundo.mendoza@puebla.tecnm.mx
[4] Docente del Depto. de C. Básicas. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITPuebla). mario.lezama@puebla.tecnm.mx

de problemas prácticos permite no solo el aprendizaje de técnicas y métodos matemáticos, sino también el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, razonamiento lógico y pensamiento crítico, esenciales en el ámbito de la ingeniería.

En el cálculo diferencial e integral, por ejemplo, los problemas aplicados permiten a los estudiantes abordar cuestiones relacionadas con tasas de cambio, optimización y modelado de fenómenos físicos, que son fundamentales en la resolución de problemas en ingeniería. Por su parte, las ecuaciones diferenciales y el cálculo vectorial ofrecen herramientas esenciales para modelar sistemas dinámicos y fenómenos físicos complejos, como las vibraciones, la propagación de ondas o los flujos de fluidos, que se enfrentan constantemente en diversas ramas de la ingeniería. En álgebra lineal, los problemas aplicados se enfocan en el análisis y resolución de sistemas de ecuaciones lineales, matrices y transformaciones, que son cruciales para abordar problemas en áreas como el análisis estructural, la informática y el control de sistemas y análisis de circuitos eléctricos.

En los libros de Lezama et al. (Lezama Rojas, Cuesta Sanchez, & Soto García, Tratamiento de datos y azar. Serie: educación profesional técnica, 2014) (Lezama Rojas, Cuesta Sanchez, & Soto García, Análisis integral de funciones. Serie: educación profesional técnica., 2015) (Lezama Rojas, Cuesta Sanchez, & Soto García, Rerpresentación Simbólica y Ángular del entorno. Serie: educación profesional técnica, 2014) recuperan los principios del aprendizaje constructivista y el enfoque basado en competencias. Su objetivo es que los estudiantes desarrollen la capacidad de resolver problemas en contextos cercanos, aplicando los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos dentro y fuera del aula. Además, estos trabajos buscan modelar simbólicamente el entorno mediante técnicas matemáticas y algebraicas. Se resalta la importancia de este enfoque en la educación media superior para responder a las exigencias de la sociedad del conocimiento, promoviendo el desarrollo del pensamiento, el uso del lenguaje y la integración de tecnologías, con miras a la continuidad en estudios de ingeniería y la participación en olimpiadas matemáticas.

METODOLOGÍA

La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Básicas en el Instituto Tecnológico de Puebla (ITPuebla) han experimentado una transformación significativa, destacando la importancia de un enfoque práctico en la enseñanza. Este enfoque pone énfasis en el trabajo intelectual de los estudiantes, utilizando ejercicios de aplicación que permiten desarrollar habilidades cognitivas y de resolución de problemas.

En el artículo de Mendoza et al., (Mendoza Vázquez, Vázquez Vallejo, Mendoza Vázquez, & Varela López, 2024), se presentó un modelo de "Enfoque Práctico de Enseñanza-Aprendizaje de Ciencias Básicas en la Formación de Profesionales de Ingeniería". Este modelo se basa en ocho principios fundamentales que guían tanto a docentes como a estudiantes durante los primeros cuatro semestres de la carrera. Estos principios son esenciales para fomentar una educación integral y práctica en ingeniería, destacándose los siguientes:

1. Enamorarse de las matemáticas: La clave para el éxito en ingeniería.
2. Expandir la creatividad: La libertad para innovar en la resolución de problemas.
3. Innovación disruptiva: Fomentar la diversidad en el aprendizaje.

4. Desarrollar la imaginación: La clave para un futuro incierto.
5. Si no se te ocurre nada, ¡copia!: Aprende de los demás.
6. Improvisa: La flexibilidad como herramienta para el éxito.
7. Prueba, prueba y prueba: La persistencia como clave del éxito.
8. El poder de una historia-analogía para la resolución de problemas: Aprendiendo a través de la experiencia.

Este artículo analiza la evolución de los estudiantes de nuevo ingreso (primer semestre) en siete ingenierías y una licenciatura del ITPuebla durante el Curso de Actualización en Matemáticas, impartido en las dos semanas previas al inicio del semestre. El curso incluye 20 horas teóricas y 20 horas prácticas, complementadas con evaluaciones en tres momentos clave: al inicio (diagnóstica), a mitad del curso (primera parte del análisis comparativo) y al final. Además, se realizó el análisis comparativo de los resultados del examen final del curso con la Evaluación Diagnóstica de las asignaturas de Cálculo Diferencial y Matemáticas Aplicadas a la Administración de primer semestre, con el propósito de evaluar el impacto del enfoque práctico en el rendimiento académico de los estudiantes al comenzar sus estudios de ingeniería (segunda parte del análisis comparativo).

Es importante destacar que los docentes del Departamento de Ciencias Básicas, encargados de impartir el Curso de Actualización en Matemáticas, fueron previamente capacitados a través de un Diplomado en la Enseñanza de las Matemáticas durante los años 2023 y 2024 impartido por Lezama & Cuesta (Lezama Rojas & Cuesta Sanchez, Diplomado en la Enseñanza de las Matemáticas, 2024). Este diplomado tuvo una duración de 150 horas, distribuidas en cinco módulos, en los cuales se trabajó el diseño, la resolución y la comprensión de problemas de aplicación, con el propósito de integrarlos en la práctica docente, especialmente en las evaluaciones de todos los cursos de cálculo.

Los problemas de aplicación en Matemáticas para Ingeniería en las Evaluaciones se centraron en las siguientes tres habilidades o áreas de conocimiento para evaluar habilidades esenciales en matemáticas aplicadas a la ingeniería, fortaleciendo la capacidad de resolución de problemas en contextos reales dentro de los cursos de Ciencias Básicas, como Cálculo Diferencial, Integral, Vectorial, Álgebra Lineal y Ecuaciones Diferenciales, así como en materias de especialidad.

1. Álgebra y Aritmética
   - Resolución de ecuaciones algebraicas: Resolver ecuaciones despejando variables y manipulando expresiones algebraicas para encontrar soluciones.
   - Factores de un número: Identificar pares de factores enteros bajo ciertas restricciones y analizar su impacto en una expresión.
   - Promedio y manipulación algebraica: Calcular promedios, despejar ecuaciones y analizar soluciones considerando restricciones enteras.
   - Resolución de ecuaciones fraccionarias: Despejar variables en ecuaciones con fracciones y encontrar el menor valor entero posible.
   - Factorización y expresiones algebraicas: Analizar combinaciones de factores y evaluar expresiones algebraicas para maximizar resultados.

- Manipulación de fracciones algebraicas: Aplicar operaciones algebraicas en fracciones para simplificar expresiones y resolver ecuaciones.
- Potencias y raíces: Utilizar propiedades de exponentes y simplificación de expresiones algebraicas para encontrar soluciones.
- Evaluación de expresiones algebraicas: Sustituir valores en expresiones y aplicar la jerarquía de operaciones correctamente.
- Proporciones y distribución de valores: Usar razones matemáticas para dividir cantidades y resolver problemas de reparto proporcional.
- Análisis combinatorio en relojes digitales: Identificar configuraciones que maximizan la suma de dígitos en un formato de reloj.

2. Geometría y Trigonometría
   - Relaciones geométricas en figuras planas: Analizar el área, perímetro y diagonal de un rectángulo para resolver problemas de medición.
   - Propiedades de figuras geométricas: Aplicar propiedades de cuadrados y triángulos equiláteros en problemas de ángulos y medidas.
   - Cálculo de ángulos: Usar propiedades de líneas paralelas, triángulos y rectángulos para determinar ángulos desconocidos.
   - Tangencia de círculos y áreas compuestas: Identificar relaciones geométricas y calcular áreas de figuras compuestas.

3. Razonamiento Lógico y Modelado Matemático
   - Aritmética aplicada a ecuaciones: Resolver problemas numéricos que involucran multiplicación y análisis algebraico de restricciones.
   - Análisis de secuencias y movimientos: Seguir patrones de subida y bajada de escalones para determinar posiciones finales.
   - División de polinomios: Aplicar técnicas de división algebraica para simplificar fracciones algebraicas.
   - Operaciones algebraicas avanzadas: Factorizar y desarrollar expresiones polinómicas para simplificar cálculos complejos.
   - Identidades algebraicas y manipulación de polinomios: Aplicar identidades conocidas para transformar expresiones algebraicas.
   - Razonamiento algebraico en polinomios: Descomponer y operar con polinomios para resolver ecuaciones complejas.

Las evaluaciones diagnósticas (inicial) e intermedias incluyeron en 20 problemas de aplicación basados en las áreas del conocimiento y competencias descritas en la Tabla 1.

Las evaluaciones finales y la diagnostica incluyeron ahora 10 problemas de aplicación basados en las competencias listadas en la Tabla 2.

Para garantizar una muestra representativa, se prohibió nuevamente y restringió el uso de aplicaciones de matemáticas o herramientas de Inteligencia Artificial (IA) durante la evaluación a los estudiantes de primer semestre de ingeniería. Además, se les pidió responder de manera honesta y veraz en todas las evaluaciones.

Tabla 1. *Área del conocimiento y competencias previas esenciales en los cursos de matemáticas aplicadas a la ingeniería.*

ÁREA DEL CONOCIMIENTO	COMPETENCIAS
Álgebra y ecuaciones	Manipulación y resolución de ecuaciones fraccionarias y algebraicas, despeje de variables y sustitución en expresiones.
Factores y operaciones numéricas	Identificación y descomposición de números en factores enteros dentro de un rango específico.
Promedio y proporcionalidad	Aplicación de la fórmula del promedio en problemas y análisis de relaciones proporcionales.
Propiedades geométricas	Estudio de rectángulos, figuras y ángulos para resolver problemas.
Movimientos y restricciones	Análisis de secuencias de movimientos en problemas prácticos y comprensión de restricciones en situaciones matemáticas.
Cálculo de áreas	Descomposición de figuras complejas para el cálculo de áreas.
Expresiones algebraicas	Simplificación con potencias, raíces e identidades algebraicas.
Ecuaciones con valores desconocidos	Resolución de ecuaciones con incógnitas numéricas.
Polinomios y factorización	Multiplicación, división y factorización de polinomios, incluyendo productos notables.
Evaluación algebraica	Sustitución y evaluación de expresiones algebraicas en distintos contextos.

Tabla 2. *Competencias básicas esenciales que los estudiantes de ingeniería y licenciatura que deben dominar en los cursos de Cálculo y Matemáticas Aplicadas a la Administración.*

NO.	COMPETENCIAS BÁSICA ESENCIALES QUE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA Y LICENCIATURA DEBEN DOMINAR
C-1	Analizar, interpretar y resolver problemas matemáticos que impliquen el uso de fórmulas, relaciones y conceptos geométricos.
C-2	Aplicar conceptos matemáticos para resolver problemas relacionados con circuitos eléctricos.
C-3	Analizar y resolver problemas mediante la manipulación de expresiones algebraicas.
C-4	Analizar y comprender las propiedades geométricas de las figuras para resolver problemas de áreas y dimensiones.
C-5	Analizar y resolver problemas que involucren distancias en un sistema de coordenadas o en una cuadrícula.
C-6	Analizar y representar gráficamente funciones polinómicas para resolver problemas relacionados con situaciones reales.
C-7	Analizar funciones polinómicas para comprender fenómenos naturales y responder preguntas basadas en su comportamiento.
C-8	Analizar y representar funciones racionales para entender su comportamiento a lo largo del tiempo.
C-9	Analizar y resolver problemas que involucran funciones exponenciales en contextos reales.
C-10	Resolver problemas relacionados con tasas de interés y crecimiento financiero mediante funciones exponenciales.

a. Para medir la efectividad de estas habilidades en la primera etapa se aplicaron evaluaciones diagnósticas iniciales e intermedias a una muestra de 1,291 estudiantes del Curso de Actualización en Matemáticas, lo que representó el 78% de una población total de 1,656 estudiantes de primer semestre.

b. En la segunda etapa la muestra fue de 1203 estudiantes que presentaron la evaluación final del Curso de Actualización en Matemáticas, que representó el 73% de una

población total de 1,656 estudiantes de primer semestre. En la segunda semana deserto un 5% de estudiantes (que corresponden a los más bajos promedio de las evaluaciones).

c. Finalmente, la Evaluación Diagnóstica de las asignaturas de Cálculo Diferencial y Matemáticas Aplicadas a la Administración tuvo la participación de 948 estudiantes que representó el 57% de una población total de 1,656 estudiantes de primer semestre inscritos.

RESULTADOS

Para medir la efectividad de la enseñanza y evaluación con problemas de aplicación prácticos se realiza el análisis comparativo de:

i. las evaluaciones diagnósticas vs. intermedia del Curso de Actualización
ii. las evaluaciones finales del Curso de Actualización vs. la evaluación diagnóstica de las asignaturas de Cálculo Diferencial y Matemáticas Aplicadas a la Administración (el cual se aplica en la primera semana de curso)
iii. de los mismos estudiantes de nuevo ingreso, con el propósito de evaluar el impacto en el rendimiento académico de los estudiantes al comenzar sus estudios de ingeniería.

I. Primera parte del análisis.

- Los resultados muestran que los ejercicios de aplicación con menos del 60% de respuestas correctas por parte de los estudiantes se enfocaron principalmente en competencias de álgebra, destacando el cálculo y la simplificación de expresiones algebraicas como los mayores desafíos. En tercer lugar, se evidenciaron dificultades en geometría y cálculo de áreas, identificadas como debilidades fundamentales en matemáticas aplicadas a la ingeniería, como se observa en la Figura 1.
- Los ejercicios de aplicación en los que los estudiantes lograron entre un 60% y un 70% de respuestas correctas se concentraron en tres competencias principales: primero, el pensamiento matemático, con un enfoque en la sustitución y evaluación de expresiones algebraicas; segundo, el razonamiento algebraico y la resolución de ecuaciones, particularmente en la manipulación de ecuaciones para el despeje de variables; y tercero, el razonamiento algebraico aplicado a fracciones, centrado en la resolución de ecuaciones con fracciones algebraicas, como se visualiza en la Figura 2.
- Los ejercicios de aplicación en los que los estudiantes obtuvieron un desempeño aceptable, con más del 70% de respuestas correctas, se concentraron en las siguientes competencias: en primer lugar, el razonamiento numérico y la proporcionalidad, enfocados en la interpretación de problemas con relaciones proporcionales; en segundo lugar, el razonamiento numérico, específicamente en la identificación de factores de un número dentro de un rango determinado; y, en tercer lugar, el razonamiento geométrico y algebraico, centrado en el análisis de propiedades geométricas en rectángulos, como se muestra en la Figura 3.

Figura 1. *Análisis comparativo de las evaluaciones inicial e intermedia del Curso de Actualización 2024, con énfasis en las competencias previas que alcanzaron con una mejora inferior al 60% mediante la resolución de ejercicios de aplicación.*

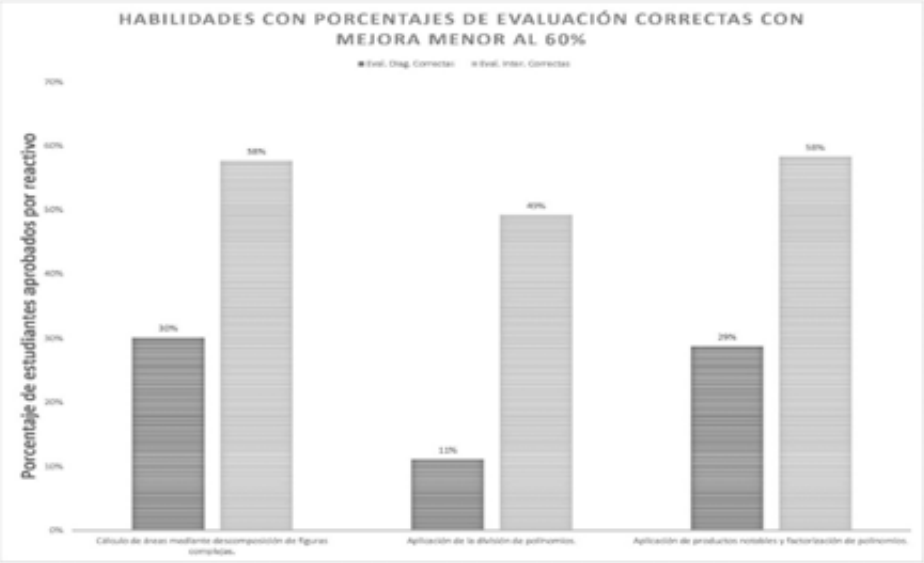
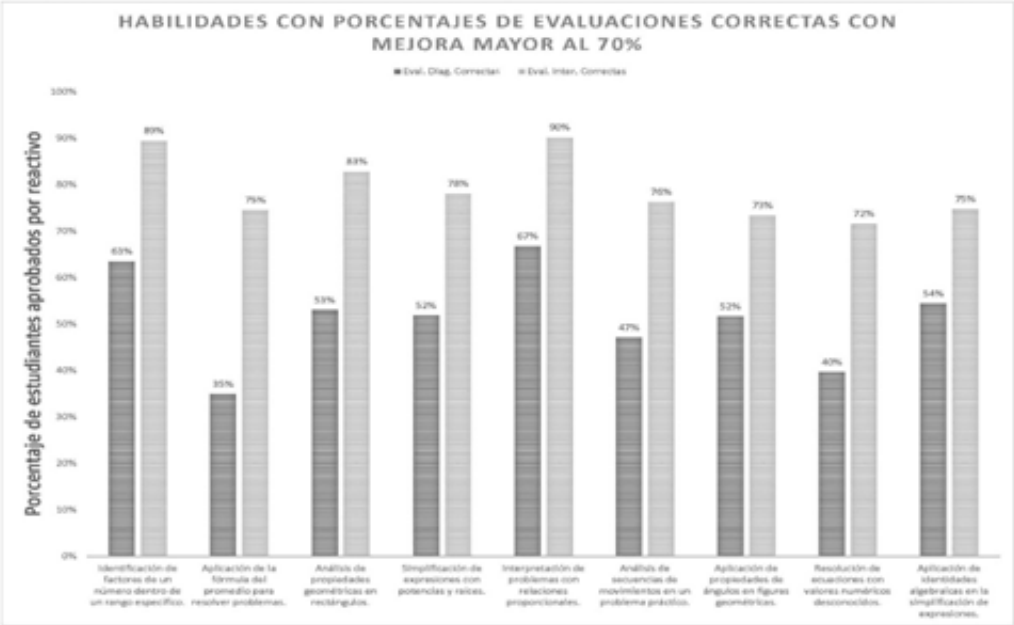


Figura 2. *Análisis comparativo de las evaluaciones inicial e intermedia del Curso de Actualización 2024, con énfasis en las competencias previas que alcanzaron con una mejora entre el 60% y 70% mediante la resolución de ejercicios de aplicación.*

Figura 3. *Análisis comparativo de las evaluaciones inicial e intermedia del Curso de Actualización 2024, con énfasis en las competencias previas que alcanzaron una mejora superior al 70% mediante la resolución de ejercicios de aplicación.*



II. Segunda parte del análisis.

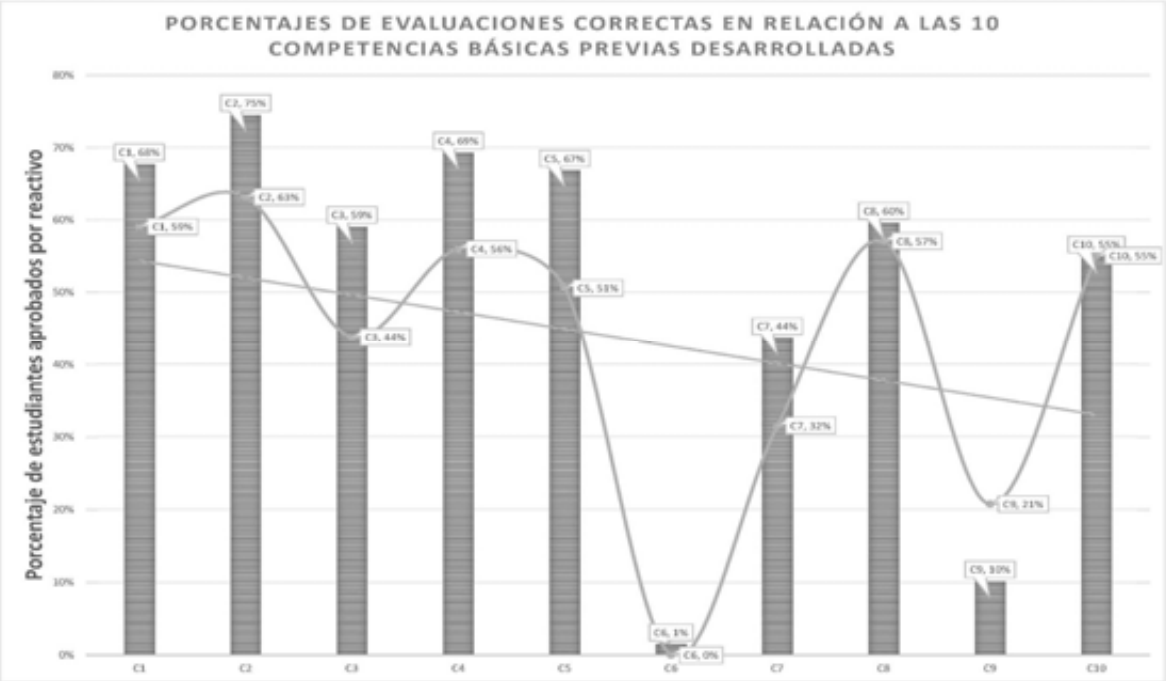
El análisis de resultados revela que las competencias básicas C-6, C-9 y C-7 obtuvieron los porcentajes más bajos de respuestas correctas, con valores de 1%, 10% y 44%, respectivamente, como se observa en la Figura 4.

- C-6: Fue la competencia con menor desempeño y está orientada a la aplicación de modelos matemáticos para la toma de decisiones en entornos empresariales.
- C-9: Se posicionó como la segunda competencia con resultados más bajos, abordando la representación matemática de situaciones del mundo real para describir fenómenos biológicos o sociales.
- C-7: Ocupó el tercer lugar en cuanto a menor porcentaje de respuestas correctas y se enfoca en la utilización de conceptos matemáticos para modelar y responder interrogantes relacionadas con fenómenos físicos.

Los datos reflejan que los estudiantes enfrentan mayores dificultades en competencias matemáticas aplicadas a la toma de decisiones empresariales, la representación de fenómenos reales y el modelado de situaciones físicas. Estos hallazgos pueden guiar el rediseño de estrategias pedagógicas para mejorar el desempeño en estas áreas críticas.

La línea de tendencia (Figura 4) evidencia que, bajo esta metodología, el 37% de los estudiantes aprobó el Curso de Actualización y, además, obtuvo una calificación aprobatoria en el examen diagnóstico de Cálculo Diferencial o Matemáticas Aplicadas a la Administración.

Figura 4. *Análisis comparativo de las competencias básicas desarrolladas en la evaluación final del Curso de Actualización 2024, vs Evaluación Diagnóstica de las asignaturas de Cálculo Diferencial y Matemáticas Aplicadas a la Administración y el porcentaje de éxito en el aprendizaje.*



CONCLUSIONES

I. Impacto del enfoque práctico en el aprendizaje matemático: La implementación de problemas prácticos en la enseñanza de matemáticas mostró un avance significativo en la primera etapa del Curso de Actualización, con un incremento en la tasa de aprobación del 40% al 70%. Sin embargo, este progreso no se reflejó de la misma manera en la segunda etapa del curso, lo que sugiere la necesidad de fortalecer estrategias pedagógicas para consolidar el aprendizaje y mejorar la retención de conocimientos.

II. Desafíos en la aplicación de competencias matemáticas: A pesar de la mejora en el desempeño durante el curso, solo el 44% de los estudiantes alcanzó una calificación aprobatoria en la evaluación final. Además, únicamente el 37% aprobó el examen diagnóstico de Cálculo Diferencial y Matemáticas Aplicadas a la Administración, lo que indica dificultades en la transferencia del conocimiento a contextos más avanzados y específicos de la ingeniería y la administración.

III. Revisión y optimización del modelo de enseñanza: Los resultados evidencian la necesidad de ajustar el modelo de enseñanza para reforzar las competencias matemáticas esenciales, especialmente aquellas relacionadas con la modelización de fenómenos físicos, la toma de decisiones empresariales y la representación de funciones matemáticas. El rediseño de estrategias pedagógicas podría incluir mayor

énfasis en la resolución de problemas contextualizados y el uso de metodologías activas para mejorar el rendimiento en estas áreas críticas.

BIBLIOGRAFÍA

Lezama Rojas, M. A., & Cuesta Sanchez, V. (2024). *Diplomado en la Enseñanza de las Matemáticas.* Puebla, Puebla, México: Tecnológico Nacional de México (TecNM) - Instituto Tecnológico de Puebla.

Lezama Rojas, M. A., Cuesta Sanchez, V., & Soto García, E. M. (2014). *Rerpresentación Simbólica y Ángular del entorno. Serie: educación profesional técnica.* México: Limusa. Obtenido de https://www.sancristoballibros.com/libro/representacion-simbolica-y-angular-del-entorno_21592.

Lezama Rojas, M. A., Cuesta Sanchez, V., & Soto García, E. M. (2014). *Tratamiento de datos y azar. Serie: educación profesional técnica.* México, Puebla, México: Limusa. Obtenido de https://www.sancristoballibros.com/libro/tratamiento-de-datos-y-azar_21591.

Lezama Rojas, M. A., Cuesta Sanchez, V., & Soto García, E. M. (2015). *Análisis integral de funciones. Serie: educación profesional técnica.* México, Puebla, México: Limusa. Obtenido de https://www.sancristoballibros.com/libro/analisis-integral-de-funciones_21562.

Mendoza Vázquez, R., Vázquez Vallejo, A. J., Mendoza Vázquez, A. R., & Varela López, S. M. (2024). *Enfoque Práctico de Enseñanza-Aprendizaje de Ciencias Básicas en ea Formación de Profesionales de Ingeniería*. (ANFEI, Ed.) *Revista Electrónica ANFEI 2024*(16), 810-819. Obtenido de https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/1014.

GAMIFICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA CADENA DE SUMINISTROS: ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR COMPETENCIAS EN INGENIERÍA

GAMIFICATION IN SUPPLY CHAIN TEACHING: A STRATEGY TO DEVELOP COMPETENCIES IN ENGINEERING

L.A. Barrera Pacheco[1]
E. J. Mohedano Torres[2]
E. Barrera Rodríguez[3]
M. H. Gutiérrez Martínez[4]

RESUMEN

En un contexto donde el mercado laboral demanda un equilibrio entre habilidades técnicas y blandas, la gamificación emerge como estrategia innovadora en la educación superior de ingeniería. Este estudio analiza la implementación de la gamificación en la enseñanza de cadena de suministro, con el objetivo de favorecer el aprendizaje y la motivación de los estudiantes. Se diseñó una metodología híbrida que combina enseñanza teórica y actividades de gamificadas, permitiendo a los estudiantes aplicar conceptos logísticos en escenarios dinámicos, a través de retos, dinámicas de equipo y simulaciones interactivas, se observaron mejoras significativas en habilidades como gestión de inventarios, optimización de espacios, toma de decisiones y trabajo en equipo. Los resultados indican que la gamificación incrementa la participación, mejora la retención de conocimientos y optimiza la toma de decisiones en entornos logísticos. Los estudiantes manifestaron una mayor motivación y compromiso con la asignatura, reduciendo la percepción de monotonía en el aprendizaje. Se concluye que la gamificación no sólo potencia las competencias técnicas necesarias en la cadena de suministros, sino que también fomenta habilidades para el futuro del trabajo, como la colaboración, la comunicación y la resiliencia.

ABSTRACT

In a context where the labor market increasingly demands a balance between technical and soft skills, gamification has become an innovative strategy for competency development in higher education. This study analyzes the implementation of gamification in supply chain education, aiming to enhance student learning and motivation. A hybrid methodology was designed, combining theoretical instruction with gamified activities, allowing participants to apply logistics concepts in dynamic scenarios. Through challenges, team-based dynamics, and interactive simulations, significant improvements were observed in skills such as inventory management, space optimization, decision-making, and teamwork. The results indicate that gamification increases participation, improves knowledge retention, and optimizes decision-making in logistics environments. Additionally, students reported higher motivation and engagement with the subject, reducing the perception of monotony in learning. It is concluded that gamification not only strengthens the technical competencies required in the supply chain but also fosters key skills for the future of work, such as collaboration, communication, and resilience.

ANTECEDENTES

La globalización se presenta como un desafío para los responsables de realizar la tarea docente y continúa siendo un desafío predominante en la economía global, el papel de la educación se vuelve cada vez más crítico en la configuración de la fuerza laboral futura.

[1] Profesor de asignatura. Tecnológico Nacional de México, Campus Occidente del Estado de Hidalgo, lbarrera@itsoeh.edu.mx
[2] Profesor de asignatura. Tecnológico Nacional de México. Campus Pachuca, enrique.mt@pachuca.tecnm.mx
[3] Profesor de asignatura. Tecnológico Nacional de México. Campus Occidente del Estado de Hidalgo, ebarrera@itsoeh.edu.mx
[4] Profesor de asignatura. Tecnológico Nacional de México. Campus Pachuca, manuel.gm@pachuca.tecnm.mx

En el informe sobre el futuro del empleo del (Foro Económico Mundial, 2025), reporta que entre las capacidades que crecerán con mayor rapidez de aquí a 2030 figuran las tecnológicas, así como las humanas, por ejemplo, las habilidades cognitivas y la colaboración, por lo que se requieren medidas colectivas en los sectores público, privado y educativo.

Gamificación

La utilización de las metodologías del juego es una estrategia para incorporar en el proceso enseñanza-aprendizaje, como lo manifiestan en la investigación realizada por Bonilla et al., (2024) la gamificación representa una estrategia de motivación hacia el aprendizaje autónomo como del aprendizaje colaborativo, es decir contribuye a la comprensión y a la mejora de las habilidades, creado vínculos, siendo empáticos y asertivos en su comunicación con los demás. Así mismo coinciden Delgado et al., (2023) que la gamificación mejora el rendimiento académico de los estudiantes sobre todo en contenidos complejos.

Los fundamentos de la gamificación según Werbach como lo cita Ortiz et al., (2018) son las dinámicas, las mecánicas y los componentes, en la Figura 1 se puede observar:

- Las dinámicas son el concepto, la estructura implícita del juego.
- Las mecánicas son los procesos que provocan el desarrollo del juego (variantes, insignias, puntos, colecciones, rankings, niveles, equipos, entre otros).
- Los componentes son las implementaciones.

Figura 1. *Elementos de la gamificación.*

Fuente: Adoptado de Ortiz et al., (2018).

La interacción de estos tres elementos es lo que genera la actividad gamificada. El análisis que se implementa en este proyecto se basa en integrar un nivel más, en el que se encuentra un enfoque basado en competencias, proponiendo una jerarquización como se presenta en la Figura 1. Elementos de la gamificación.

Planteamiento del problema

Dentro del amplio abanico que ofrecen las competencias digitales, el método de la gamificación no solo se ha posicionado como un medio que ha llamado la atención de diferentes profesionales, sino que su potencial viene incrementándose de modo incontenible Guisvert y Lima, (2022). Así mismo Monroy et al., (2024) aseguran que la incorporación de la gamificación en el proceso educativo beneficia el desarrollo de habilidades sociales y emocionales.

La enseñanza tradicional de la logística y cadena de suministro enfrenta desafíos significativos para mantener la motivación y el compromiso de los estudiantes, así como desarrollar habilidades técnicas y blandas. En el presente estudio se analiza una práctica basada en gamificación y cómo se desarrollan habilidades tales como trabajo en equipo y solución de problemas, previamente se requieren conceptos básicos. Es fundamental fortalecer las actividades en el aula que fomenten tanto las habilidades técnicas (duras), como las habilidades interpersonales (blandas). Por ello, se han diseñado actividades de gamificación y se analiza un caso de estudio, con el objetivo de potenciar ambas habilidades a través de esta herramienta.

Objetivo general

Implementar la gamificación en la enseñanza de la logística y cadena de suministro para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades técnicas y blandas en los estudiantes de ingeniería en diseño industrial.

METODOLOGÍA

La educación tradicional es percibida por muchos estudiantes como algo aburrido y ocasiones poco eficaces (Guisvert and Lima, 2022), aunque los docentes continuamente busquen nuevos métodos de enseñanza en gran medida las instituciones de educación superior enfrentan un reto para motivar a los estudiantes y hacer que desarrollen un compromiso con las asignaturas. La aplicación de la gamificación mejora la formación en las matemáticas, además estimula y motiva al estudiante a seguir aprendiendo de una manera didáctica e independiente (Guisvert and Lima, 2022), en este contexto, el uso de juegos como herramientas de aprendizaje se presenta como una estrategia prometedora, ya que no solo facilita la enseñanza y el refuerzo de conocimientos, sino que también el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, la colaboración y la comunicación.

Por ello, en el caso de estudio se diseñó e implementó la siguiente metodología, bajo un enfoque híbrido como se muestra en la Figura 2. En la parte del proceso de enseñanza-aprendizaje, se tuvo un acercamiento teórico con los estudiantes y posteriormente, uno práctico basado en la gamificación. Las actividades desarrolladas en entornos gamificados, se concluye que se pueden llevar a cabo en entornos virtuales, presenciales e híbridos (Ramos et al., 2024).

Figura 2. *Proceso de gamificación.*

Como primer acercamiento, se realizó una introducción teórica al tema, seguida de un enfoque cognitivo, el proceso de enseñanza-aprendizaje concluyó con la gamificación, donde a través de juegos se adquirió conocimiento práctico. En ese momento, se reforzaron habilidades blandas como el trabajo en equipo, la planificación, la comunicación, la negociación, el ingenio y la resiliencia, entre otras.

Para el caso analizado se seleccionó el tipo de muestra no probabilística por conveniencia, se seleccionó un grupo de 35 estudiantes de ingeniería de diseño industrial, que cursan la asignatura de logística y cadena de suministro, la selección se realizó en colaboración con el docente de la asignatura, asegurando que los estudiantes tengan conocimientos básicos en logística y gestión de inventarios. El tamaño de la muestra es adecuado para realizar actividades por equipos y obtener datos significativos sobre la efectividad de la gamificación en el aprendizaje de la cadena de suministros.

Las interrupciones en la cadena de suministro pueden surgir de diversas fuentes, incluidos los desastres naturales, los eventos geopolíticos y las crisis sanitarias globales (Escalante et al., 2024). Estas disrupciones requieren que los estudiantes desarrollen competencias que les permitan adaptarse y responder de manera efectiva a situaciones imprevistas. En este contexto, la gamificación emerge como una estrategia pedagógica innovadora que puede fortalecer la enseñanza de la logística y desarrollar habilidades críticas en los estudiantes de ingeniería. Para llevar a cabo un proyecto de gamificación requiere una profunda planificación y puede encontrarse en ocasiones con resistencia a su implementación (Ortiz et al., 2018), siendo más efectiva cuando se le diseña meticulosamente con el objetivo de cumplir los objetivos del curso (Pombosa et al., 2024).

Aplicación de la metodología

1. Introducción teórica. Explicación de conceptos básicos de logística, gestión de inventarios y optimización de espacios. Sesión de clases con apoyo de presentaciones y material didáctico. Duración 1 hora.
2. Conformación de equipos. División de 9 equipos de entre 3 y 5 integrantes cada uno. Duración 15 minutos.
3. Presentación del caso. “Una empresa que quiere trasladar 800 cajas que contienen el producto que fabrica, cuyas dimensiones son las siguientes: 30 cm de largo, 20 de ancho y 60 de alto, con un peso de 25 kg cada una. Para facilitar las labores de carga y descarga quieren utilizar el producto en pallets de 120 x 100 x 15 cm que pesan unos 15 kg. El producto se puede voltear sin restricción alguna, pero la estiba no debe exceder los 1,6 m de altura. De esta forma, la empresa dispone de seis posibilidades para alojar las cajas. Se pretende utilizar un contenedor multimodal cuyo factor de estiba sea de 2,5 m3/ton (es decir 2500 cm3/kg) (Se realiza en conjunto con el docente)”. Duración 30 minutos.
4. Desarrollo de la actividad gamificada. Cada equipo diseña una estrategia para optimizar la carga de las cajas en los pallets y su posterior estiba en el contenedor. Dinámicas; retos, dinámicas de equipo y simulaciones interactivas. Duración 2 horas.

Como primera actividad se utilizan plantillas digitales en Excel donde se realiza el análisis y cálculos matemáticos como se presenta la Figura 3.

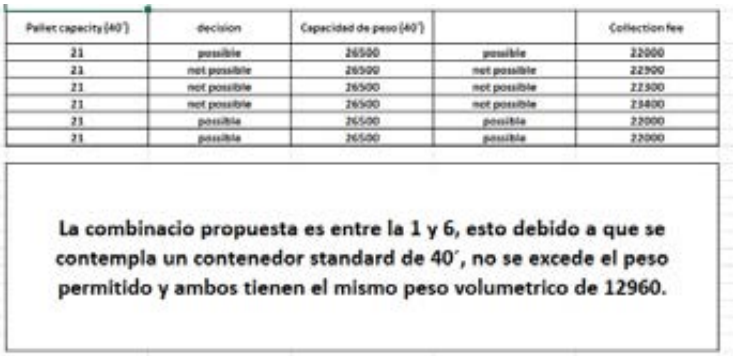
Figura 3. *Plantilla de cálculo matemáticos.*

Box / combination	number of pallets	load weight + pallet weight	Volumetric weight
1	20	22000	[illegible]
2	29	22900	21696
3	28	22800	19024
4	34	23400	22152
5	20	22000	14713
6	30	22000	[illegible]

CONTENEDOR	Nº DE PALLETS	GRÁFICO
20' STANDARD	10 standard pallets 1.2 x 1.0m	
	11 europallets 1.2 x 0.8m	
40' STANDARD	21 standard pallets 1.2 x 1.0m	
	25 europallets 1.2 x 0.8m	

Culminados los cálculos en las plantillas se procede a simular el empaque de lo analizado, como se muestra en la Figura 4, el siguiente paso es realizar el empaque como se muestra en la Figura 5, en donde se puede observar que los estudiantes codificaron y realizaron el empaque de manera que se asemejara a la realidad.

Figura 4. *Plantilla de cálculo matemáticos terminada.*



Pallet capacity (40')	decision	Capacidad de peso (40')		Collection fee
21	possible	26500	possible	22000
21	not possible	26500	not possible	22900
21	not possible	26500	not possible	22800
21	not possible	26500	not possible	23400
21	possible	26500	possible	22000
21	possible	26500	possible	22000

La combinacio propuesta es entre la 1 y 6, esto debido a que se contempla un contenedor standard de 40´, no se excede el peso permitido y ambos tienen el mismo peso volumetrico de 12960.

Figura 5. *Empaque.*

Una vez terminada la actividad de empaque se realizó el acomodo de las cajas y revisión, como se muestra en la Figura 6, con el objetivo de identificar defectos en el proceso.

Figura 6. *Empaque y supervisión.*

Después del empaque y la supervisión, se realizó la simulación en tamaño real del proceso de acomodo en las tarimas correspondientes, como se puede observar en la Figura 7.

Figura 7. *Simulación de embalaje*

Concluido el proceso de embalaje se procedió a realizar el emplayado en la Figura 8 se muestra cómo los estudiantes realizaron la actividad, en un ambiente controlado y de manera manual.

Figura 8. *Emplayado.*

Para finalizar el proceso se realizó el acomodo del playo como se muestra en la Figura 9, obteniendo el empaque y embalaje de la manera semejante a la realidad.

Figura 9. *Terminación del proceso.*

5. Evaluación y retroalimentación. Presentación de soluciones por cada equipo y evaluación en función de la eficiencia y creatividad de la estrategia. Duración 1 hora. En este apartado se hace uso de plantillas para identificar de manera más rápida las acciones. Se realizó un análisis de retroalimentación y se generó un espacio para analizar los puntos de vista, las actividades realizadas y posibles mejoras. Los estudiantes que participaron en las lecciones gamificadas no solo mostraron mayor interés en las actividades, sino que también demostraron un mejor rendimiento en las evaluaciones, reflejando un impacto positivo en sus logros académicos (Barrios y Cotes, 2023).
6. Conclusión y reflexión. Reflexión grupal sobre el aprendizaje obtenido y la aplicación de la gamificación en la resolución de problemas logísticos. Duración 20 minutos. La gamificación no solo motivó individualmente a los estudiantes, sino que también promovió la colaboración entre compañeros. (Barrios y Cotes, 2023).

Recolección de datos

- Instrumentos: cuestionarios pre y post actividad, para evaluar el conocimiento previo y posterior de los estudiantes sobre los conceptos de logística.
  Observación directa: registro de la participación y el desempeño de los estudiantes durante las actividades gamificadas.
  Entrevistas semiestructuradas para obtener retroalimentación cualitativa sobre la experiencia de los estudiantes con la gamificación (Guisvert y Lima, 2022).
- Procedimiento: Antes de la actividad. Aplicación de cuestionario diagnóstico para evaluar el conocimiento inicial (Petrovych et al., 2023). Durante la actividad. Observación directa y registro de la participación y desempeño de los estudiantes.
  Después de la actividad. Aplicación de cuestionario post-actividad y realización de entrevista semiestructurada (Manzano et al., 2022).

RESULTADOS

Los resultados muestran que la gamificación tiene un impacto positivo en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes.

1. Mejora las habilidades técnicas (duras). Los participantes demostraron domino de conceptos como gestión de inventarios y la optimización de espacios. Ibáñez et al., (2014) como lo cita (Bernal et al., 2024) realizaron un estudio para evaluar el efecto de la gamificación en el rendimiento académico, encontrando que los estudiantes que aprendieron a través de métodos gamificados mostraron una mejora significativa en los resultados de los exámenes en comparación con aquellos que lo no lo hicieron.

2. Desarrollo de habilidades blandas. Las entrevistas revelaron que los estudiantes percibieron una mejora en habilidades como la colaboración, la comunicación y la resiliencia. El egresado debe mostrar su capacidad como un profesionista experto en su área de especialidad, también características asociadas al liderazgo, la auto gestión, la autonomía, el aprendizaje autónomo, la comunicación y las habilidades para enfrentar la búsqueda de soluciones (Hernández et al., 2024).
   La gamificación y el aprendizaje basado en proyectos aseguran que los estudiantes tengan un excelente rendimiento y se sientan motivados con la materia. Además, cooperan con otros estudiantes favoreciendo habilidades colaborativas (Manzano et al., 2022).
3. Motivación y compromiso. Se observó un incremento significativo en la participación y motivación de los estudiantes durante las actividades gamificadas. Entre los beneficios que se encuentran al gamificar una clase es la motivación intrínseca, al ser el juego un momento lúdico y divertido, permite enganchar a los estudiantes en los procesos de aprendizaje, creando emoción y despertando su interés y curiosidad, esto hace que se involucre en los procesos de aprendizaje de manera activa (Rojas y Reguillo, 2023).
   Al gamificar una clase se pretende que los estudiantes activen la motivación por el aprendizaje de una forma significativa, respetando su propio ritmo y fortaleciendo la autonomía (Rojas y Reguillo, 2023). El efecto de la gamificación en el aprendizaje activo de los universitarios es positivo, ya que ha podido revertir una realidad tradicional en el trabajo educativo y promueve entornos más agradables (Ulloa y Carcausto, 2024).
4. Retención de conocimientos. Los resultados en evaluaciones posteriores mostraron una mejora en la retención de conceptos clave sobre logística y gestión de inventarios. De acuerdo con la investigación de Bernal et al., (2024), menciona que la aplicación de la gamificación en la educación matemática ha generado un interés considerable en la investigación educativa. También mencionan que la evaluación continua y la mejora son esenciales para la implementación de la gamificación como estrategia pedagógica, estas prácticas aseguran que la integración de elementos de juego en el aula sea efectiva y responda adecuadamente a las necesidades cambiantes de los estudiantes.
5. Desempeños en la toma de decisiones. Los estudiantes demostraron una mejor capacidad para tomar decisiones logísticas eficientes durante las simulaciones. Según Petrovych et al., (2023) mencionan en su investigación que el uso de la gamificación con elementos de Realidad Aumentada (RA) permite formar estudiantes con una visión estratégica, creatividad, independencia y determinación en la toma de decisiones. La gamificación demostró mejorar la integración estudiantil, fomentar la colaboración entre los estudiantes, facilitar la inclusión de aquellos con dificultades de aprendizaje, aumentar la motivación y el compromiso, así como mejorar la autoestima y la confianza de los estudiantes (López et al., 2024).
   La gamificación fomentó la interacción y la colaboración entre los estudiantes, lo que creó un ambiente más dinámico que mejoró tanto la participación activa como el pensamiento crítico (Olmedo et al., 2024).

CONCLUSIONES

Los procesos gamificados en la enseñanza de la logística y cadena de suministro han demostrado tener un impacto positivo en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes. La gamificación mejora tanto las habilidades técnicas como blandas, incrementa la motivación y el compromiso, facilitan la retención de conocimientos y mejora el desempeño en la toma de decisiones. Estos resultados están en líneas de investigación previas que destacan la efectividad de la gamificación en diversos contextos educativos.

La gamificación se posiciona como una estrategia efectiva para la enseñanza de la logística y cadena de suministro, al combinar el desarrollo de habilidades técnicas con el fomento de las competencias blandas esenciales para el futuro trabajo, con este proceso de gamificación no solos de mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos reales en el ámbito logístico.

Se recomienda ampliar la investigación a otros contextos educativos y profesionales, así como explorar el uso de tecnológicas emergentes, como la inteligencia artificial y la realidad virtual para enriquecer las experiencias gamificadas. También se recomienda comparar la efectividad de la gamificación con otros métodos pedagógicos innovadores. Realizar entrevistas y grupos piloto para obtener una comprensión más profunda de las experiencias y percepciones de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Barrios, L. G., & Cotes, E. L. (2023). La gamificación en la educación: Transformando el aprendizaje a través del juego. *Dialéctica, 2*(22), Article 2648. https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i22.2648.

Bernal, A. P., Haro, E. L., Reyes, C. G., Arequipa, A. D., Zamora, I. J., Sandoval, M. Y., & Campoverde, V. R. (2024). La gamificación como estrategia pedagógica en la educación matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(3), 6435–6465. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11834.

Bonilla, S. O., Ruedas, J., & Bonilla, A. A. (2024). Propuesta de innovación tecnológica aplicando herramientas de la gamificación en matemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(6), 1–15. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9337

Delgado, J., Espinoza, M., Vivanco, C., Medina, N., & Ayala, M. (2023). La gamificación como eje motivador para el aprendizaje de la matemática. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4*(1), 1–15. https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.538.

Escalante, J., Santos, J., Aguilar, F., & Mex, F. (2024). Fortaleciendo prácticas para la enseñanza de la logística ante disrupciones en la cadena de suministro. *Revista Educación y Desarrollo*, 16(2), 210–225. https://doi.org/10.63136/read162024952pp210.

Guisvert, R. N., & Lima, L. I. (2022). La gamificación en el aprendizaje de la matemática en la Educación Básica Regular. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 6*(25), 1698–1713. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.447.

Hernández, R. I., Oviedo, F., Arellano, J. C., & Saiz, E. (2024). La globalización y la educación en ingeniería en México. *Revista Electrónica ANFEI Digital*. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/957.

Foro Económico Mundial. (2025, enero 8). *Informe sobre el futuro del empleo 2025*. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2025_Press_Release_ES.pdf.

López, A., Abad, A., Hernández, L., & Bedoya, A. (2024). El impacto positivo de la gamificación en la integración y la inclusión estudiantil: Propuesta y resultados. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(4), 1–20. https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2253.

Manzano, A., Aguilar, J. M., Rodríguez, J., & Ortiz, A. M. (2022). Gamification in initial teacher training to promote inclusive practices: A qualitative study. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 19*(13), 8000. https://doi.org/10.3390/ijerph19138000.

Monroy, J., Currea, L., & Carrillo, C. E. (2024). *El papel de la gamificación en el compromiso y la motivación en el aprendizaje del inglés*. Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 4(2), 1–15. https://doi.org/10.61384/rca.v4i2.188.

Olmedo, D. E., Gordon, G. J., Jara, H. M., Chuqui, M. E., Lema, S. X., & Palaguaray, D. A. (2024). La eficacia de la gamificación en el fomento de la motivación y el aprendizaje activo en aulas virtuales. *Revista Científica Retos de la Ciencia, 1*(4), 239–251. https://doi.org/10.53877/rc.8.19e.202409.19.

Ortiz, A. M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: Una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa, 44*(0), e173773. https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773.

Petrovych, O., Zavalniuk, I., Bohatko, V., Poliarush, N., & Petrovych, S. (2023). Motivational readiness of future teachers-philologists to use gamification with elements of augmented reality in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning, 18*(3), 20–30. https://doi.org/10.3991/ijet.v18i03.36017.

Pombosa, L. D., González, A. F., Toapanta, X. E., Arana, M. P., & Izurieta, D. L. (2024). Efectos de la gamificación en los estudiantes de educación superior. *Arandu UTIC, 11*(1), 150–166. https://doi.org/10.69639/arandu.v11i1.198.

Ramos, M. P., Segovia, M. E., & Juárez, N. (2024). Impacto de la gamificación en el aprendizaje de estudiantes universitarios. *RIDE Revista Iberoamericana para la*

Investigación y el Desarrollo Educativo, 14(28), 1–18. https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1902.

Monroy, J., Currea, L., & Carrillo, C. E. (2024). *El papel de la gamificación en el compromiso y la motivación en el aprendizaje del inglés*. Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 4(2), 1–15. https://doi.org/10.61384/rca.v4i2.188.

Ulloa, D. F., & Carcausto, W. (2024). Efecto de la gamificación en el aprendizaje activo: Revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 8*(33), 931–944. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i33.774.

AUTOEFICACIA, EXPECTATIVAS PROFESIONALES Y PERMANENCIA ACADÉMICA EN FUTUROS INGENIEROS DE PRIMERA GENERACIÓN EN INSTITUCIONES PÚBLICAS

SELF-EFFICACY, CAREER EXPECTATIONS, AND ACADEMIC PERSISTENCE AMONG FIRST-GENERATION ENGINEERING STUDENTS IN PUBLIC INSTITUTIONS

A. M. Canto Esquivel[1]
F. Cima Cohuo[2]
J. A. Canto Esquivel[3]

RESUMEN

La ingeniería es una disciplina crucial para la sociedad, pero con mayores problemas de reclutamiento y retención entre estudiantes de primera generación. Este estudio explora factores sociocognitivos que han mostrado contribuir a estos problemas. Usando datos de una muestra de 369 estudiantes de primer semestre de diversas ingenierías en una institución pública de México se evaluaron las diferencias entre estudiantes de primera generación (142) y sus contrapartes (227) con relación a su autoeficacia en ingeniería, expectativas de carrera, sentido de pertenencia, y autoeficacia de afrontamiento. Los resultados indican que el grupo de primera generación percibe niveles de sentido de pertenencia y autoeficacia de afrontamiento significativamente más bajos que aquellos con antecedentes familiares universitarios. Además, se encontró que las mujeres de primera generación reportaron un sentido de pertenencia significativamente menor que las mujeres que no son primera generación. Este trabajo provee evidencia empírica sobre las condiciones únicas que enfrentan los y las futuros ingeniero(a)s de primera generación dentro de instituciones públicas, lo cual es necesario para desarrollar estrategias de soporte que contribuyan a la retención y éxito académico de esta población.

ABSTRACT

Engineering is a crucial discipline for society, yet it faces significant challenges in recruiting and retaining first-generation students. This study explores socio-cognitive factors that have been shown to contribute to these issues. Using data from a sample of 369 first-semester engineering students at a public institution in Mexico, differences between first-generation students (142) and their counterparts (227) were assessed in terms of their engineering self-efficacy, career expectations, sense of belonging, and coping self-efficacy. The results indicate that first-generation students reported significantly lower levels of sense of belonging and coping self-efficacy compared to students with a family history of higher education. Additionally, first-generation women reported a significantly lower sense of belonging than non-first-generation women. This study provides empirical evidence on the unique challenges faced by future first-generation engineers in public institutions, highlighting the need to develop support strategies that enhance their retention and academic success.

ANTECEDENTES

La ingeniería es una práctica crucial para enfrentar los problemas complejos presentes en varios sectores caracterizados por constantes cambios tecnológicos y sociales (Jain et al., 2009; Rajala, 2012). La importancia de la ingeniería en la sociedad se relaciona directamente con la necesidad de incrementar la fuerza de trabajo en áreas relacionadas (Matusovich et al., 2010). No obstante, se reconoce que la ingeniería es una de las disciplinas que enfrenta

[1] Profesora de Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnológico de Mérida. ana.ce@merida.tecnm.mx
[2] Posdoctorante. Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnológico de Mérida. franciscocima14@gmail.com
[3] Director. Tecnológico Nacional de México- Instituto Tecnológico de Mérida. jose.ce@merida.tecnm.mx

mayores retos asociados al reclutamiento, retención, y compromiso continuo de los estudiantes, sobre todo dentro de los primeros años de formación (Gutierrez et al., 2020; Santiago & Hensel, 2012).

Los retos dentro del proceso de formación de futuros ingenieros se hacen más evidentes entre personas pertenecientes a grupos minoritarios o vulnerables, que por sus características demográficas o socioeconómicas (ej., género, nivel socioeconómico), tienen poca representación en esta profesión (Jain et al., 2009; Verdín & Godwin, 2015). En particular, los estudiantes de primera generación forman parte de una población con altos niveles de deserción y una limitada integración de profesionales en ingeniería (Garriott et al., 2017; Ma & Shea, 2019).

Primera generación es un término que se asocia a los individuos cuyos padres no atendieron la universidad o no obtuvieron un grado universitario (Verdín & Godwin, 2015). Estas personas enfrentan retos particulares y poseen características distintivas en términos de expectativas, actitudes, y convicciones con respecto a sus pares. Por ejemplo, se sabe que típicamente carecen de influencia parental para la persecución de una carrera profesional en ingeniería ante la falta de precedentes familiares (Hunt et al., 2018). Esta situación suele influir en su integración a la comunidad académica, su autoeficacia y desempeño académico (Brianna et al., 2018; Hunt et al., 2018; Ma & Shea, 2019).

Ante la relevancia de incrementar la participación en ingeniería de estudiantes de primera generación, resulta necesario entender los factores que condicionan su formación y que limitan su retención y compromiso. Aunque se tiene conocimiento sobre la influencia de antecedentes demográficos en el desempeño académico y permanencia, se requieren investigaciones enfocadas a entender las condiciones sociocognitivas de esta población de estudiantes. En particular, se requieren estudios que se enfoquen en la formación de futuros ingenieros de primera generación en México, pues la literatura es todavía limitada.

Este artículo presenta los resultados de una investigación sobre los factores socio cognitivos que podrían influir en la permanencia, intenciones, y desempeño en la carrera entre futuros ingenieros de primera generación. Específicamente, se examina cómo estos factores varían en comparación a sus pares con antecedentes familiares universitarios, y si existen diferencias adicionales atribuibles al género en el contexto de instituciones de educación pública. El estudio de la autoeficacia y expectativas profesionales en estudiantes de ingeniería de primera generación es crucial para comprender los factores que afectan su desempeño y permanencia. La investigación se llevó a cabo en una institución de educación superior en el sureste de México, en la cual se imparten diversas carreras de ingeniería.

Los resultados del presente estudio pretenden contribuir al entendimiento sobre las condiciones únicas que enfrentan las y los futuro(a)s ingeniero(a)s de primera generación durante su carrera dentro de instituciones públicas en México. Este entendimiento es relevante para quienes participan en la formación de futuros profesionistas, de manera que puedan desarrollar estrategias de soporte informadas por una perspectiva teórica y con evidencia empírica. La generación de conocimiento sobre estas condiciones permitirá diseñar estrategias que contribuyan a la retención y éxito académico de futuros ingenieros dentro de instituciones de educación superior.

METODOLOGÍA

Marco teórico

Estudios sobre estudiantes de primera generación en ingeniería en el ámbito internacional son prevalentes. Algunos se han enfocado en entender las diferencias en la formación de identidad entre estudiantes de primera generación y sus pares (ej., Verdín & Godwin, 2015). Otros han estudiado diversos factores que influyen en la permanencia, retención, y compromiso con la carrera entre estudiantes de primera generación (ej., Jain et al., 2009; Martin et al., 2020; Santiago & Hensel, 2012). Algunos han examinado la relación entre factores contextuales, cognitivos, actitudinales, y el sentido de pertenencia, la identidad, y las expectativas de carrera (ej., Brianna et al., 2018; Ma & Shea, 2019). No obstante, trabajos relacionados en el contexto mexicano son escasos.

Existen algunas investigaciones sobre el tema que se han desarrollado en el contexto latinoamericano. Por ejemplo, un análisis de los datos de estudiantes de primera generación en Chile encontró que estos estudiantes ingresan en menor medida a la universidad y tienen mayores niveles de deserción que aquellos cuyos padres cuentan con educación superior. Las causas de deserción estuvieron asociados principalmente a problemas económicos (Castillo & Cabezas, 2010). Barraza López y González (2016) exploraron la relación entre pertenecer a una población de estudiantes de primera generación y la autopercepción de inteligencias múltiples, inteligencia emocional, y rendimiento académico en universidades de Costa Rica. Sin embargo, los autores determinaron que los resultados fueron inconclusos.

Un estudio previo que se aproxima al alcance de este trabajo investigó los motivos (o "sentidos") para obtener estudios universitarios entre varios grupos de estudiantes, entre ellos los de primera generación (Guzmán Gómez, 2017). No obstante, el estudio no proporciona evidencia empírica y tampoco se enfoca específicamente a áreas de ingeniería. La presente investigación representa una oportunidad para entender la situación de los estudiantes de primera generación en ingeniería en México.

El estudio que aquí se presenta se fundamenta en la teoría sociocognitiva, la cual proporciona bases conceptuales para explicar los determinantes del aprendizaje y el comportamiento humano considerando el entorno social, los procesos cognitivos, y la existencia de modelos de referencia (Bandura, 2001). En particular, esta investigación se basa en el concepto de autoeficacia, uno de los componentes clave de la teoría sociocognitiva. La autoeficacia se define como el conjunto de creencias de las personas sobre sus capacidades para controlar su nivel de funcionamiento y los eventos que les afectan (Bandura, 2001). Estas creencias influyen directamente en el comportamiento de las personas ante desafíos y en la toma de decisiones. La literatura sugiere que la autoeficacia depende de la tarea que desarrollan los individuos, es decir, puede adoptar diferentes formas según el contexto (Marra et al., 2005).

La autoeficacia se ha estudiado en diversas áreas del conocimiento, como la psicología y la educación. En el campo de la ingeniería educativa, se ha encontrado que se asocia significativamente con el éxito y la persistencia académica (Wright et al., 2012). La autoeficacia también es determinante para mejorar el nivel de desempeño en competencias interpersonales, como el trabajo en equipo y la capacidad de establecer relaciones profesionales (Gámez Meza et al., 2024). Además, influye en la capacidad para resolver problemas, la actitud hacia el aprendizaje, y las decisiones sobre el desarrollo profesional. La

autoeficacia en ingeniería se define como “la creencia personal de un estudiante de ingeniería en su capacidad para tener éxito en ingeniería en términos de rendimiento académico” (Yoon & Sorby, 2019, p.217).

Para los estudiantes de primera generación en ingeniería, la autoeficacia y las expectativas de resultado son determinantes en la toma de decisiones académicas y profesionales. Sin embargo, estos estudiantes suelen experimentar una menor autoeficacia debido a la falta de modelos a seguir en su entorno familiar y a una limitada red de apoyo institucional (Garriott et al., 2017; Martin et al., 2020). Además, el sentido de pertenencia en el entorno universitario influye directamente en las intenciones de permanencia y éxito académico, especialmente en contextos donde predominan estudiantes con antecedentes familiares universitarios (Boone & Kirn, 2017; Brianna et al., 2018).

Estudios previos han evidenciado que los estudiantes de primera generación en ingeniería presentan diferencias en la percepción de sus capacidades académicas en comparación con sus pares que no son de primera generación (Verdín & Godwin, 2015; Yoon & Sorby, 2019). En instituciones de educación pública, donde los recursos pueden ser limitados y los estudiantes provienen de diversos contextos socioeconómicos, estas diferencias pueden amplificarse. La autoeficacia académica y la percepción propia de habilidades cognitivas son factores clave en el rendimiento y permanencia (Barraza López & González, 2016).

Las expectativas de carrera también juegan un papel relevante en la permanencia y el desempeño académico de los estudiantes de primera generación. La falta de información sobre oportunidades profesionales y la ausencia de referentes en la familia pueden limitar sus aspiraciones y afectar su motivación para completar la carrera (Ma & Shea, 2019). Se ha documentado que estos estudiantes enfrentan mayores niveles de incertidumbre sobre su futuro profesional, lo que incide directamente en su compromiso con la formación académica (Hunt et al., 2018).

Otro factor determinante en la permanencia y el desempeño de los estudiantes de primera generación es el sentido de pertenencia dentro de la disciplina. La percepción de no encajar en el entorno universitario o en la comunidad profesional de ingeniería puede reducir su motivación y aumentar el riesgo de abandono (Jain et al., 2009; Santiago & Hensel, 2012). En las universidades públicas, donde los estudiantes pueden enfrentar mayores dificultades económicas y menor acceso a redes de contacto profesional, el riesgo de deserción puede ser aún mayor (Gutierrez et al., 2020; Rajala, 2012).

Dentro del grupo de futuros ingenieros de primera generación, las mujeres representan una subpoblación con desafíos adicionales en su acceso y permanencia en las disciplinas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Se ha evidenciado que las barreras estructurales, socioculturales y académicas que enfrentan las mujeres en ingeniería se intensifican para aquellas que también son estudiantes de primera generación (Jehangir et al., 2024). Factores como el entorno familiar, las expectativas de género y el capital cultural influyen en su decisión de ingresar a estos campos, al mismo tiempo que condicionan su permanencia y éxito académico (Palomares Ruiz et al., 2024).

Diseño y muestra

Este estudio emplea un diseño no experimental con un enfoque cuantitativo para la recolección y análisis de datos. El objetivo principal fue analizar si los factores sociocognitivos asociados a la autoeficacia y expectativas profesionales difieren entre estudiantes de primera generación en ingeniería y quienes no son primera generación. Se utilizó un instrumento adaptado de Yoon y Sorby (2019) para la recolección de datos. Los ítems del instrumento usan una escala tipo Likert del 1 al 7 (1=totalmente en desacuerdo, 2=en desacuerdo, 3=relativamente en desacuerdo, 4=ni de acuerdo ni en desacuerdo, 5=relativamente de acuerdo, 6=de acuerdo, 7=totalmente de acuerdo).

La investigación se llevó a cabo en una institución de educación superior en el sureste de México, en la cual se imparten diversas carreras de ingeniería. La población objetivo del estudio consistió en estudiantes de primer semestre de las ingenierías impartidas en la institución. La muestra estuvo compuesta por 369 respuestas, de las cuales, 142 fueron de estudiantes de primera generación (ni padre ni madre cuenta con carrera profesional o superior) y 227 de estudiantes con antecedentes familiares universitarios (padre y/o madre cuenta con carrera profesional o superior). La encuesta se aplicó a alumnos de las siguientes carreras: ingeniería mecánica, biomédica, industrial, química, bioquímica, ambiental, sistemas, eléctrica, electrónica y civil.

Variables e instrumentos

El instrumento utilizado mide cuatro variables clave mediante 16 ítems distribuidos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Variables y definiciones.*

Habilidad	No. de Ítems	Definición
Autoeficacia en ingeniería	6	Creencia personal de un estudiante sobre su capacidad para ser exitoso en ingeniería en términos de desempeño académico.
Expectativas de carrera	3	Expectativa personal de un estudiante sobre el impacto de su título en ingeniería en su desarrollo profesional.
Sentido de pertenencia	3	Percepción de inclusión y conexión de un estudiante con sus pares en clase.
Autoeficacia de afrontamiento	4	Creencia personal de un estudiante en su habilidad para afrontar interacciones con personas de diferentes contextos.

Fuente: Yoon & Sorby (2019).

Recolección y análisis de datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la aplicación de una encuesta en línea. Para el análisis estadístico, se empleó la prueba de Wilcoxon para muestras independientes (Conover, 1999). Esta prueba no paramétrica evalúa si existen diferencias significativas en la distribución de las variables de estudio entre los grupos analizados, en este caso, entre

estudiantes de primera generación y aquellos con antecedentes familiares universitarios. Asimismo, se analizaron las diferencias en las variables estudiadas en función del género de los participantes.

RESULTADOS

La clasificación de la muestra por grupo y género se observa en la Tabla 2. Antes de realizar la prueba de hipótesis, el item *AA3* de la variable *Autoeficacia de Afrontamiento* se omitió del análisis debido a que incluye una opción de "No aplica", la cual modifica el promedio de los ítems para la variable. La eliminación del item no afectó la consistencia interna del instrumento, pues todas las variables representadas en la escala mostraron niveles aceptables de confiabilidad (ver Tabla 3).

Tabla 2. *Clasificación de la muestra por grupo y género.*

	Femenino	**Masculino**	***Total***
Primera generación	46	96	142
No primera generación	71	156	227
Total	117	252	369

Tabla 3. *Confiabilidad del instrumento.*

Subescala	**Alpha de Cronbach**	**Número de ítems**
Autoeficacia en ingeniería	0.873	6
Expectativas de carrera	0.906	3
Sentido de pertenencia	0.891	3
Autoeficacia de afrontamiento	0.705	3

La Tabla 4 presenta las medidas de tendencia central y variabilidad para las cuatro variables analizadas.

Tabla 4. *Descripción de las variables.*

Variable	**Primera generación (n=142)**			**No primera generación (n=227)**		
	Media	Mediana	Desviación estándar	Media	Mediana	Desviación estándar
Autoeficacia en ingeniería	5.47	5.5	0.966	5.45	5.67	1.08
Expectativas de carrera	5.51	6	1.22	5.57	5.67	1.20
Sentido de pertenencia	4.62	4.67	1.38	4.96	5	1.25
Autoeficacia de afrontamiento	5.70	5.5	1.18	5.91	6	1.11

Resultados para grupos de primera generación vs no primera generación

El análisis mediante la prueba de Wilcoxon para muestras independientes reveló diferencias estadísticamente significativas al 95 % de confianza entre los grupos en las variables "Sentido de pertenencia" y "Autoeficacia de afrontamiento". En ambos casos, los estudiantes del grupo

de no primera generación presentaron medianas superiores en comparación con el grupo de primera generación. Los resultados detallados de la prueba estadística se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. *Resultados para grupos de primera generación vs no primera generación.*

Variable	Wilcoxon test	
	W	p-valor
Autoeficacia en ingeniería	15797	0.748
Expectativas de carrera	15966	0.879
Sentido de pertenencia	13803	0.019*
Autoeficacia de afrontamiento	14158	0.047*

*significativo para un $\alpha = 0.05$

Resultados de la prueba para diferencias por género

En el análisis comparativo por género, se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras independientes con un nivel de confianza del 95 %. Los resultados indicaron diferencias no significativas entre los grupos (ver Tabla 6). Sin embargo, se observó que la variable "Autoeficacia en ingeniería" presentó un valor de p = 0.054, el cual es marginalmente superior al umbral de significancia establecido (α = 0.05). Este resultado sugiere una posible tendencia hacia la significancia estadística, lo cual podría justificar estudios adicionales con muestras más amplias o enfoques estadísticos complementarios para una mejor comprensión del fenómeno.

Tabla 6. *Resultados comparativos por género.*

Variable	Wilcoxon test	
	W	p-valor
Autoeficacia en ingeniería	16573	0.054
Expectativas de carrera	13633	0.241
Sentido de pertenencia	15650	0.339
Autoeficacia de afrontamiento	15398	0.488

*significativo para un $\alpha = 0.05$

Resultados de la prueba entre mujeres de primera generación y mujeres no de primera generación

Se realizó un análisis adicional sobre la muestra de mujeres comparando a aquellas estudiantes de primera generación (n=46) y aquellas con antecedentes familiares universitarios (n=71). En el análisis comparativo se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras independientes con un nivel de confianza del 95 %. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en la variable "Sentido de pertenencia" (ver Tabla 7). Además, aunque la variable "Autoeficacia de afrontamiento" no alcanzó significancia estadística, presentó un p-valor de 0.075, lo cual, al ser inferior a 0.10, sugiere una posible tendencia que podría justificar estudios adicionales con muestras más amplias.

Tabla 7. *Resultados comparativos entre mujeres por grupo.*

Variable	Wilcoxon test	
	W	p-valor
Autoeficacia en ingeniería	1676	0.812
Expectativas de carrera	1595	0.832
Sentido de pertenencia	1242	0.028*
Autoeficacia de afrontamiento	1316	0.075

*significativo para un $\alpha = 0.05$

Los hallazgos en la muestra de mujeres presentan una correspondencia parcial con los resultados generales obtenidos para la muestra total. En contraste, un análisis similar sobre el subgrupo de hombres reveló diferencias no significativas en cada una de las variables evaluadas.

CONCLUSIONES

Los estudiantes de primera generación en ingeniería enfrentan diferentes retos durante el proceso de formación que afectan su permanencia y desempeño (Garriott et al., 2017; Ma & Shea, 2019). Además de las características demográficas o socioeconómicas, estudios recientes han sugerido que los factores sociocognitivos tienen un rol esencial como predictores del rendimiento académico y la intención de permanencia. Este estudio tuvo como objetivo evaluar si los factores asociados a la autoeficacia y expectativas profesionales difieren entre estudiantes de primera generación en ingeniería y quienes cuentan con antecedentes familiares universitarios. Adicionalmente, se investigó si el género aporta alguna diferencia en la autoeficacia de los participantes.

Los resultados sugieren que los estudiantes de ingeniería de primera generación perciben menores niveles de sentido de pertenencia y autoeficacia de afrontamiento que sus contrapartes. El estudio no identificó diferencias entre hombres y mujeres en ninguna de las cuatro variables analizadas. No obstante, se encontró que el sentido de pertenencia entre mujeres de primera generación resultó significativamente menor que el percibido por mujeres que no son primera generación. El sentido de pertenencia es un factor determinante en la permanencia y el desempeño de los estudiantes de primera generación, ya que la percepción de no encajar en el entorno universitario puede reducir su motivación y aumentar el riesgo de abandono (Jain et al., 2009; Santiago & Hensel, 2012).

En conjunto, los resultados de este trabajo proporcionan antecedentes para estudios futuros sobre cómo los factores sociocognitivos podrían influir en la permanencia, intenciones, y desempeño en la carrera entre futuros ingenieros de primera generación, y cómo estos varían con respecto a sus pares en el contexto de instituciones de educación pública. Esta investigación puede brindar soporte para quienes participan en la formación de futuros profesionistas y en el desarrollo de estrategias de soporte académico.

Es fundamental que las universidades públicas implementen programas de apoyo para fortalecer la autoeficacia, el sentido de pertenencia, y las expectativas de carrera entre los estudiantes de primera generación en ingeniería. La creación de redes de mentoría, el acceso

a experiencias prácticas, y el fortalecimiento de habilidades sociocognitivas pueden ser clave para mejorar su permanencia y desempeño académico (Matusovich et al., 2010; Wright et al., 2012). Estas estrategias requieren un compromiso institucional que integre políticas inclusivas y un acompañamiento académico adecuado, asegurando que todos los estudiantes, sin importar su origen o género, puedan desarrollar su potencial y contribuir al avance del sector ingenieril.

BIBLIOGRAFÍA

Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology, 52*(1), 1–26. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.1.

Barraza López, R., & González, M. (2016). Rendimiento académico y autopercepción de inteligencias múltiples e inteligencia emocional en universitarios de primera generación. *Actualidades Investigativas en Educación, 16*(3), 269–292. https://doi.org/10.15517/aie.v16i3.25945.

Boone, H., & Kirn, A. (2017, June 25–28). First-generation students' engineering belongingness. En *ASEE Annual Conference & Exposition*. Columbus, OH: ASEE.

Benedict, B., Verdín, D., Baker, R., Godwin, A., & Thielmeyer, A. (2018, October 3–6). I don't fit the stereotype, but I see myself as an engineer: First-year engineering students' attitudes and beliefs about their engineering identities. En *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1–8). IEEE. https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8659346.

Castillo, J., & Cabezas, G. (2010). Caracterización de jóvenes primera generación en educación superior: Nuevas trayectorias hacia la equidad educativa. *Calidad en la Educación, 32*, 44–76. https://doi.org/10.31619/caledu.n32.151.

Conover, W. J. (1999). *Practical nonparametric statistics* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Gámez Meza, A. C., Hernández Fimbres, B., Tánori Quintana, J., & Hernández Gámez, F. J. (2024). Relación entre las competencias interpersonales y la autoeficacia para mejorar el desempeño de los ingenieros. *ANFEI Digital, 11*(16), 29–37.

Garriott, P. O., Navarro, R. L., & Flores, L. Y. (2017). First-generation college students' persistence intentions in engineering majors. *Journal of Career Assessment, 25*(1), 93–106. https://doi.org/10.1177/1069072716657533.

Gutierrez, K., Ringleb, S. I., Kidd, J. J., Ayala, O. M., Pazos, P., & Kaipa, K. (2020, June 22–26). Partnering undergraduate engineering students with preservice teachers to design and teach an elementary engineering lesson through Ed+gineering. En *2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access*. ASEE.

Guzmán Gómez, C. (2017). Las nuevas figuras estudiantiles y los múltiples sentidos de los estudios universitarios. *Revista de la Educación Superior, 46*(182), 71–87. https://doi.org/10.1016/j.resu.2017.03.002.

Hunt, C., Collins, B., Wardrop, A., Hutchings, M., Heaslip, V., & Pritchard, C. (2018). First- and second-generation design and engineering students: Experience, attainment and factors influencing them to attend university. *Higher Education Research & Development, 37*(1), 30–43. https://doi.org/10.1080/07294360.2017.1342607.

ain, R., Shanahan, B., & Roe, C. (2009). Broadening the appeal of engineering—Addressing factors contributing to low appeal and high attrition. *International Journal of Engineering Education, 25*(3), 405–412.

Jehangir, R. R., Stebleton, M. J., & Do, T. (2024). "I wasn't supposed to be there": Examining the experiences of first-generation women of color in undergraduate STEM majors. *Journal of First-generation Student Success, 4*(1), 22–43.

Ma, P.-W. W., & Shea, M. (2019). First-generation college students' perceived barriers and career outcome expectations: Exploring contextual and cognitive factors. *Journal of Career Development, 48*(2), 91–104. https://doi.org/10.1177/0894845319827650.

Marra, R., Schuurman, M., Moore, C., & Bogue, B. (2005, June). Women engineering students' self-efficacy beliefs—The longitudinal picture. En *ASEE Annual Conference & Exposition*. ASEE.

Martin, J. P., Stefl, S. K., Cain, L. W., & Pfirman, A. L. (2020). Understanding first-generation undergraduate engineering students' entry and persistence through social capital theory. *International Journal of STEM Education, 7*(1), 37. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00237-0.

Matusovich, H. M., Streveler, R. A., & Miller, R. L. (2010). Why do students choose engineering? A qualitative, longitudinal investigation of students' motivational values. *Journal of Engineering Education, 99*(4), 289–303. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2010.tb01064.x.

Palomares Ruiz, M. B., Palomares Bugdud, A., Báez Villarreal, E., & Sordia Salinas, C. (2024). Formación inicial de mujeres en ingeniería: Modelando el talento STEM. *ANFEI Digital, 16*(11), 289–299.

Rajala, S. A. (2012). Beyond 2020: Preparing engineers for the future. *Proceedings of the IEEE, 100*(Special Centennial Issue), 1376–1383. https://doi.org/10.1109/JPROC.2012.2190169.

Santiago, L. Y., & Hensel, R. A. (2012, June 10). Engineering attrition and university retention. En *ASEE Annual Conference & Exposition*. ASEE.

Verdín, D., & Godwin, A. (2015, October 21–24). First in the family: A comparison of first-generation and non-first-generation engineering college students. En *2015 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1–8). IEEE.

Wright, S. L., Jenkins-Guarnieri, M. A., & Murdock, J. L. (2012). Career development among first-year college students: College self-efficacy, student persistence, and academic success. *Journal of Career Development, 40*(4), 292–310. https://doi.org/10.1177/0894845312455509.

Yoon, S. Y., & Sorby, S. A. (2019). Rescaling the longitudinal assessment of engineering self-efficacy V3.0 for undergraduate engineering students. *Journal of Psychoeducational Assessment, 38*(2), 209–221. https://doi.org/10.1177/0734282919830564.

IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ESTUDIANTADO DE INGENIERÍA CIVIL DE CHIAPAS

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON CIVIL ENGINEERING STUDENTS IN CHIAPAS

N. Alonso Gómez[1]
G. Alonso Solís[2]
C. H. Maldonado Méndez[3]

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) está transformando los procesos de enseñanza-aprendizaje que se desarrollan en las Instituciones de Educación Superior (IES), permitiendo descubrir nuevas formas para realizar las tareas. El presente trabajo empleó una metodología cuantitativa, y por medio de una encuesta dirigida a 270 estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) se reveló que, el uso de las herramientas de IA ha impactado de manera efectiva, permitiéndoles el ahorro de tiempo y la optimización de sus tareas y actividades de aprendizaje. Sin embargo, es importante mencionar que existen algunos desafíos, como la falta de información para un uso responsable y ético de esta herramienta. Por lo que se plantean varias conclusiones, pero todas se articulan en la necesidad de fomentar en la comunidad estudiantil un uso más consciente de la IA para así poder obtener experiencias más diversas, inclusivas, horizontales y democráticas dentro del aula.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is transforming the teaching-learning processes developed in Higher Education Institutions (HEI), allowing the discovery of new ways to perform tasks. The present work employed a quantitative methodology, and through a survey directed to 270 students of the Facultad de Ingeniería of the Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), it was revealed that the use of AI tools has had an effective impact, allowing them to save time and optimize their tasks and learning activities. However, it is important to mention that there are some challenges, such as the lack of information for a responsible and ethical use of this tool. Therefore, several conclusions are raised, but all of them are articulated in the need to encourage in the student community a more conscious use of AI in order to obtain more diverse, inclusive, horizontal and democratic experiences in the classroom.

ANTECEDENTES

Muchas veces se piensa que la historia es el estudio de eventos o situaciones que sucedieron en el pasado; pero en realidad, si se ve desde otro ángulo, es el estudio de las transformaciones. La historia enseña lo que se mantiene inmutable, lo que cambia y cómo cambia. El ser humano por naturaleza busca conquistar nuevos espacios y, en ese afán, va aprendiendo e incorporando nuevas y mejores herramientas, y en el ámbito educativo no es la excepción.

En el estudio de las tendencias educativas se puede observar una transformación significativa a través de los siglos, de manera más acelerada, a partir del siglo pasado con el desarrollo del internet y de las redes de comunicación. De acuerdo con Galván y Siado (2021, p. 967)

Es por ello que, la educación tradicional está afrontando nuevos retos dentro del entorno cultural y académico, porque la tecnología y la cultura marcan aspectos relevantes,

[1] Profesora de asignatura. Instituto Tecnológico Superior de Cintalapa. nallelyag13@gmail.com.
[2] Profesor de tiempo completo. Universidad Autónoma de Chiapas. guillermo.solis@unach.mx.
[3] Profesor de tiempo completo. Universidad Autónoma de Chiapas. humberto.maldonado@unach.mx

cambiantes que requieren ser modificados y vinculados en la nueva era del conocimiento digital, creando la necesidad de estar a la vanguardia en la enseñanza y el aprendizaje.

Actualmente, se puede decir que se está viviendo la "Era de la Inteligencia Artificial (IA)", y por ello, surge la necesidad de aprender más sobre ella. La incorporación de la IA en el ámbito educativo se ha comenzado a estudiar ampliamente; así se cuentan con trabajos relacionados a su conceptualización como los de Briva (2023), Montalván, Romero, Mogrovejo y Pinargote (2024), Pardiñas y Santiago (2020) y Vadillo (2020); relacionados a la ciencia como los de Suazo (2023), Cester (2022), Juca (2023). Por su parte los trabajos de Posada (2024), Norman (2023), Cordón (2023), González (2023) hablan sobre la IA en la Educación Superior (ES).

El primer paso para comprender un poco más sobre la IA es empezar por una sencilla definición, tal como lo indica Briva (2023, p. 8) "es una serie de algoritmos y de programas de ordenador que se han diseñado para hacer tareas que normalmente requerirían la inteligencia humana". Hoy en día, existe una inmensa variedad de herramientas que emplean la IA, pero todas éstas se pueden clasificar en dos grandes grupos: IA débil y la IA general o fuerte.

La IA débil se destaca por realizar un conjunto de tareas o una sola tarea dentro de un dominio limitado, pero no comprende el contexto del mundo. Mientras que la IA fuerte es una forma teórica que busca copiar las habilidades cognitivas de los seres humanos (Briva, 2023). Algo que se debe destacar, es la velocidad de adopción de esta nueva herramienta tecnológica, comparada con otras. Cuando surgieron los móviles o teléfonos celulares llevó aproximadamente 16 años para que éstos llegaran a 100 millones de usuarios, el internet llegó a la misma cantidad de usuarios solamente en siete años aproximadamente, y el uso de la herramienta denominada ChatGPT, específicamente, llevó solamente tres meses para llegar a 100 millones de usuarios.

Particularmente en México, las investigaciones sobre la incorporación de la IA en todos los niveles educativos están en auge. En este tenor, la presente investigación tiene como objetivo examinar el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en el proceso de aprendizaje del estudiantado de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH).

La IA ofrece un potencial inmenso para transformar la educación universitaria, sin embargo, es importante vincular esta herramienta con las condiciones de la región que se está estudiando. Primeramente, el estado de Chiapas, históricamente se ha ubicado al margen de las posibilidades; se sabe que "(…) en la región sur del país (integrada por los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca), la creación y recreación del conocimiento se despliega de un modo distinto al resto de los estados" (Cabrera, Hernández, y Pons, 2013, p.3).

Adicionalmente, en la ES existen varios desafíos aún por resolver en la entidad; un ejemplo de ello es la baja cobertura, de acuerdo con el documento titulado "Programa Sectorial de Educación (2013-2018)" publicado por la Secretaría de Educación Pública (SEP) (2013), se indica que en el ciclo escolar de 2017-2018 apenas se tuvo una cobertura del 21.8%; para el 2022 la tasa bruta de escolarización en ES fue del 23%, mientras que la media nacional del 42.5% (ANUIES, 2023). Si bien, en la actualidad existen varias Instituciones de Educación

Superior (IES) con presencia en todas las regiones socioeconómicas de la entidad, la infraestructura física disponible es insuficiente y en algunos casos inadecuada. Por todo lo anterior, se considera relevante realizar esta investigación en el área de Ingeniería Civil, ya que esta carrera universitaria se vincula con la tecnología y la innovación. Los antecedentes muestran que, con una correcta implementación de la IA, ésta puede convertirse en un gran aliado.

METODOLOGÍA

El estudio propuesto tiene como objetivo examinar el impacto de la Inteligencia Artificial (IA) en el proceso de aprendizaje del estudiantado de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Para lograr esto, se partió del paradigma positivista, con un enfoque cuantitativo (Guevara et al., 2020; Gutiérrez et al., 2016). A través de una encuesta dirigida en línea, que se estructuró con 11 preguntas, y elaborada con la herramienta de *Google Form*, se pudo recuperar información y datos fehacientes.

Esta investigación se basa en trabajos actuales acerca del tema, incluyendo estudios recientes como el de Mena de la Rosa, Cruz y Silva (2024) que consideran el alto nivel de interés, por parte del estudiantado, de incorporar las herramientas de la IA; así como el trabajo de Chao y Rivera (2024) que indaga en la percepción y usos de las herramientas de la IA en estudiantes universitarios de México.

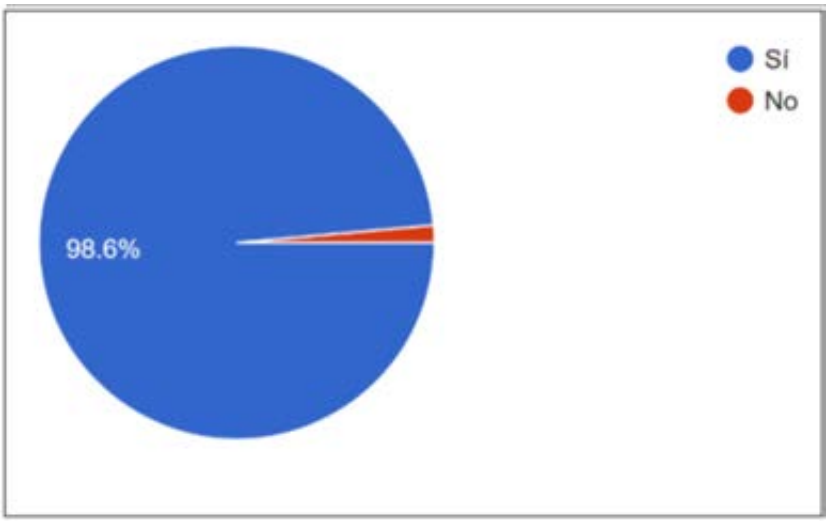
La muestra de estudio en esta investigación correspondió a 270 estudiantes de la Facultad de Ingeniería, Campus I, de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) cuyas edades fluctúan entre 18 y 29 años; de esta muestra, el 75% son del sexo masculino, el 25% del sexo femenino; se tomaron en cuenta a estudiantes de todos los semestres, es decir, del primero al décimo, que es el semestre con el que se concluye la licenciatura.

El análisis de los datos obtenidos se realizó utilizando herramientas estadísticas en Excel, con el objetivo de identificar patrones y tendencias en las respuestas del estudiantado. Los resultados de esta investigación ofrecerán información clave acerca del impacto de la IA en el proceso de aprendizaje del estudiantado en estudio.

RESULTADOS

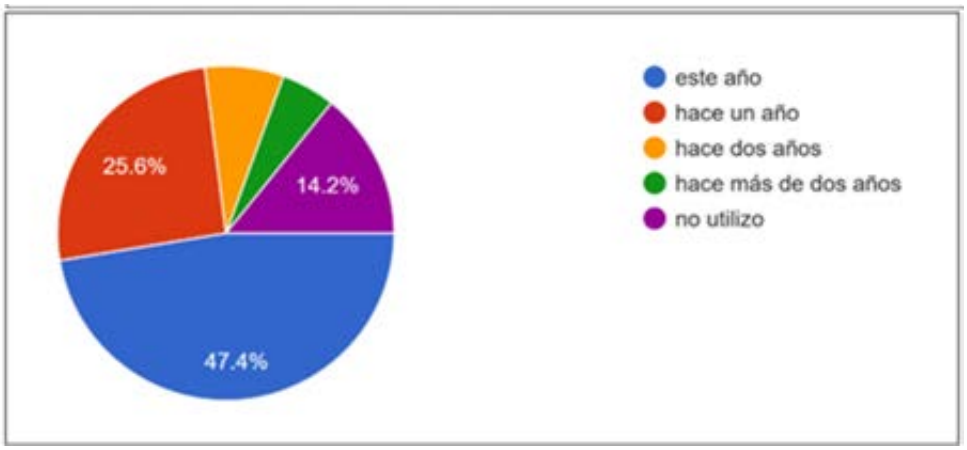
Dentro de los hallazgos se muestran los siguientes: en la Figura 1, que corresponde a la pregunta ¿Conoce qué es la Inteligencia Artificial (IA)?, se puede observar que más del 90% respondió de manera afirmativa. Llama la atención de que, aunque no se les pidió una definición concreta, de alguna manera, tienen un concepto o idea acerca de la IA.

Figura 1. *Porcentaje de estudiantes que conocen qué es la IA.*



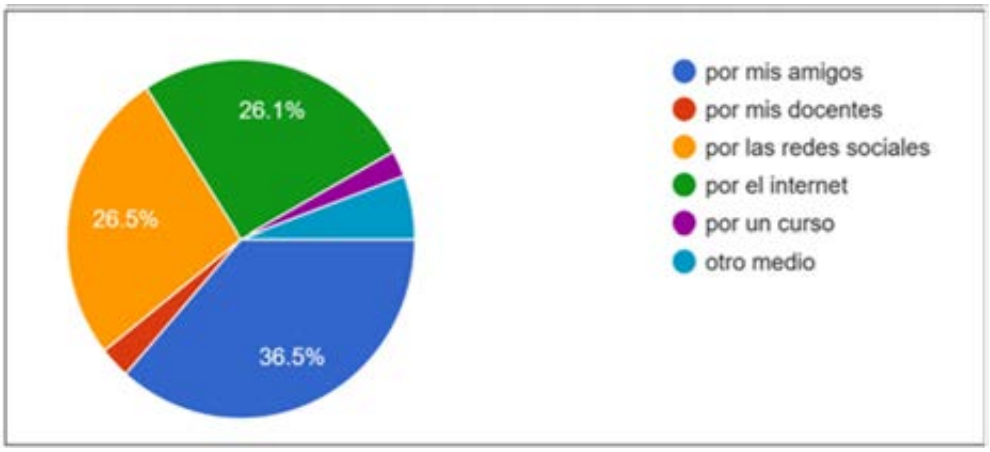
En cuanto al tiempo que llevan empleando las herramientas de IA, aparecieron respuestas muy variadas, tal como se puede observar en la Figura 2 en donde se indica que hay estudiantes que manejan las herramientas de IA desde hace más de dos años hasta estudiantes que aún no las manejan. En este sentido, es importante resaltar que el 14.4% del estudiantado encuestado aún no utiliza herramientas de IA.

Figura 2. *Lapso de tiempo utilizando las herramientas de IA.*



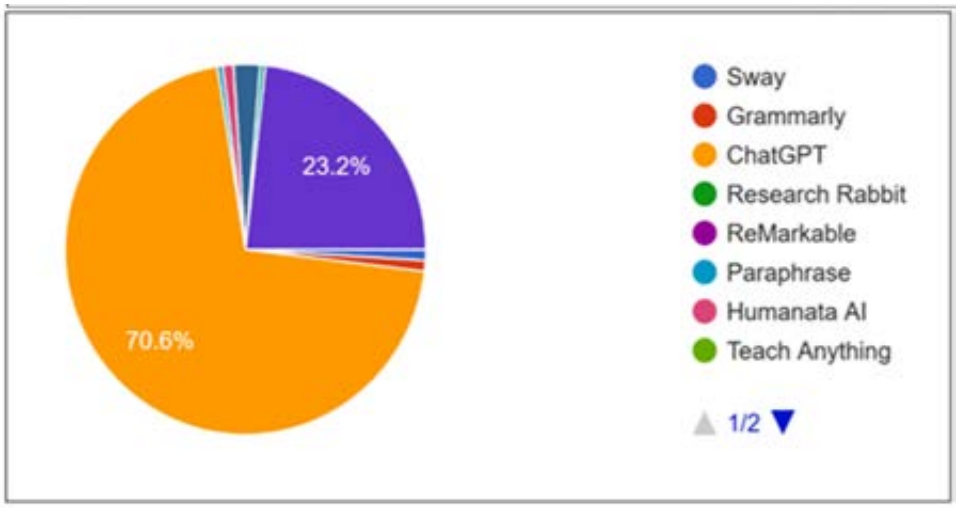
Con relación al canal o medio por el cual el estudiantado supo de las herramientas de IA sobresale el hecho de que el profesorado no representa un factor preponderante en la difusión del uso de la IA en el aula; es la comunicación entre pares (amigos), lo que ha llevado al estudiantado al conocimiento de la existencia de herramientas de IA; por otro lado, se demuestra que las redes sociales también juegan un papel importante ya que ocupan el segundo lugar en la divulgación de las herramientas y/o aplicaciones de la IA, tal como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. *Formas de difusión de las herramientas de IA entre el estudiantado.*



En la Figura 4 se muestran los porcentajes que corresponden a la herramienta que más emplea el estudiantado. Como se puede observar Chat GPT es la herramienta más popular para la elaboración de tareas; como segunda opción emplean Meta AI, esto puede suponerse debido a la facilidad en el acceso desde sus dispositivos móviles.

Figura 4. *Herramientas de IA que más emplea el estudiantado.*

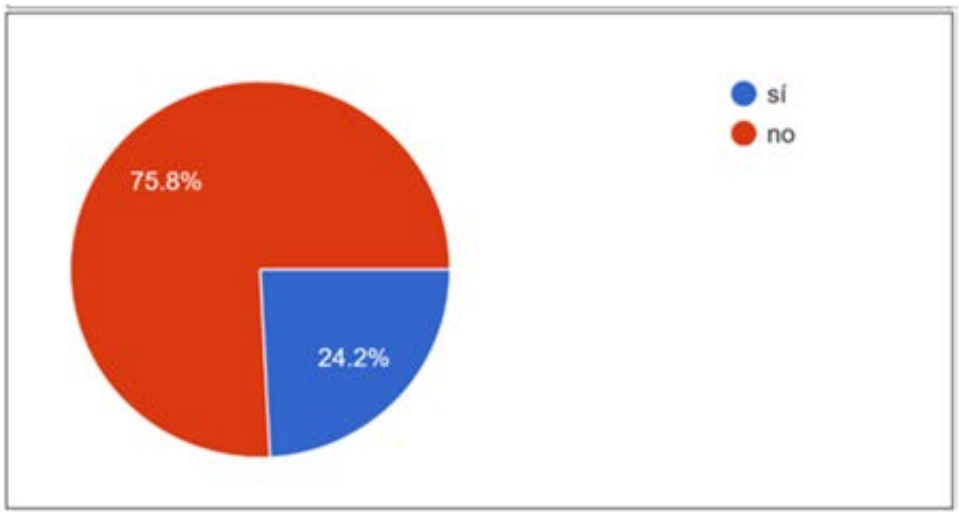


También, se destaca que los resultados muestran que el impacto que han tenido las herramientas de IA, principalmente, ha sido el ahorro de tiempo en la elaboración de las tareas y/o actividades de aprendizaje en el estudiantado. También, llama la atención que, el estudiantado contestó que con las herramientas de IA logran una mejor comprensión de los temas, sin tanto esfuerzo. Los resultados antes mencionados se muestran en la Figura 5:

Figura 5. *Ventajas del uso de herramientas de IA.*

Por último, un aspecto que se considera importante resaltar es que el estudiantado considera importante la incorporación de IA en el proceso de aprendizaje (Figura 6), no obstante, argumentaron que las experiencias, vivencias y emociones compartidas a través de sus docentes es fundamental, aspecto que la IA no puede hacer.

Figura 6. *Porcentaje de interés por las clases completamente con IA.*



CONCLUSIONES

Esta investigación permite tener una mirada cuantitativa acerca del impacto de las herramientas de IA en el estudiantado de Ingeniería Civil de la UNACH. La investigación reveló que el impacto en el proceso de aprendizaje del estudiantado es muy importante, toda vez que, la aplicación de dichas herramientas es sumamente atractiva, permitiéndole la elaboración y resolución de tareas y/o actividades de aprendizaje en menor tiempo y esfuerzo, así como, la retroalimentación instantánea y personalizada que simula a un tutor personal.

De acuerdo con los tiempos que corren actualmente, en donde, las juventudes son más conscientes de muchas cosas que suceden en el mundo, la escuela no puede pensarse como un espacio monótono y predecible, con actividades de aprendizaje del mismo tipo, sino como un espacio de cambio y transformación permanente.

Las herramientas de la IA son innovadoras y muy potentes. Sin duda representan una ayuda para generar mejores experiencias en el aula; es por ello que surgen varias preguntas para seguir reflexionando: ¿Cuál es el papel del profesorado ahora?, ¿Cuáles son las desventajas del uso de las herramientas de IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje?, ¿Qué desafíos se tienen que enfrentar con el uso de la IA en la Educación Superior? Muy probablemente, estas preguntas se están convirtiendo en faros que guían las investigaciones actualmente.

Por lo pronto, se avizora que la integración de la IA en el estudiantado de Ingeniería Civil ha sido de manera efectiva dando como resultado un ahorro de tiempo significativo en el desarrollo de sus actividades de aprendizaje; esto a su vez, les ha permitido explorar diversas herramientas y aplicaciones de IA, indagando los atributos que ofrece cada una de ellas, y así desarrollar otras habilidades personales.

No obstante, a pesar de las múltiples ventajas que ofrece el uso de la IA, no se deben olvidar los desafíos que se tienen en la ES, y que la implementación de esta herramienta no es una "varita mágica" que los resolverá. Por último, se considera importante que el profesorado fomente en la comunidad estudiantil un uso responsable y ético de la IA, buscando una experiencia dentro del aula más diversa, inclusiva, democrática y horizontal. Para ello es necesario, que la institución ofrezca programas de formación y desarrollo continuo que le permita al profesorado adquirir conocimiento y habilidades para integrar la IA en su práctica diaria.

BIBLIOGRAFÍA

ANUIES. (2023). *Anuario estadístico de educación superior*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior.

Briva Iglesias, V. (2023). *Inteligencia artificial (IA)*. Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC). https://www.researchgate.net/publication/375462758

Cabrera Fuentes, J. C., Hernández Reyes, N. L., & Pons Bonals, L. (2013). *Actores colectivos en el campo de la investigación educativa: Experiencias de un cuerpo académico consolidado en la creación y recreación de conocimientos* [Ponencia]. XI Congreso Nacional de Investigación Educativa, México. http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_11/0374.pdf

Cester Mazarico, L. (2022). La inteligencia artificial como ciencia transversal: El papel del instituto de investigación en inteligencia artificial. *Encuentros Multidisciplinares, 24*(32), 1–3. http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-72/Indice_n_72_2022.htm.

Chao Rebolledo, C., & Rivera Navarro, M. (2024). Usos y percepciones de herramientas de inteligencia artificial en la educación superior en México. *Revista Iberoamericana de Educación, 95*(1), 57–72. https://doi.org/10.35362/rie9516259.

Cordón García, O. (2023). Inteligencia artificial en educación superior: Oportunidades y riesgos. *RiiTE, Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa, (15)*, 16–27. https://revistas.um.es/riite/article/view/591581.

Galván Cardoso, A. P., & Siado Ramos, E. (2021). Educación tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología, 7*(12), 963–974. https://www.researchgate.net/publication/352068137.

Gobierno del Estado de Chiapas. (2019). *Programa sectorial 2019–2024*. https://icti.chiapas.gob.mx/media/marco-juridico/2020/Programa.Sectorial.Educacion.pdf.

González González, C. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en la educación: Transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Qurriculum, 36*, 51–60. https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03.

Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa: Descriptivas, experimentales, participativas y de investigación-acción. *Recimundo, 4*(3), 163–173. https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860.

Gutiérrez Castillo, J. J., Cabero, J., & Estrada, L. I. (2016). Diseño y validación de un instrumento de evaluación de la competencia digital del estudiante universitario. *Espacios, 38*(10), 1–27. https://produccioncientifica.ugr.es/documentos/61c787586e227a5e5cbfe0b5.

Juca Maldonado, F. (2023). El impacto de la inteligencia artificial en los trabajos académicos y de investigación. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 6*(1), 289–296. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721778121031.

Mena De la Rosa, R., Cruz Romero, R., & Silva Payró, M. P. (2024). Percepción de la inteligencia artificial por estudiantes universitarios como acompañante en el proceso de aprendizaje. *European Public & Social Innovation Review, 9*, 1–18. https://doi.org/10.31637/epsir2024-738.

Montalván Vélez, C. L., Mogrovejo Zambrano, J. N., Romero Vitte, I. J., & Pinargote Carrera, M. L. D. C. (2024). Introducción a la inteligencia artificial: Conceptos básicos y aplicaciones cotidianas. *Journal of Economic and Social Science Research, 4*(1), 173–183. https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/93.

Norman Acevedo, E. (2023). La inteligencia artificial en la educación: Una herramienta valiosa para los tutores virtuales universitarios y profesores universitarios. *Panorama, 17*(32), 1–10. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343975993001.

Pardiñas Remeseiro, S. (2020). *Inteligencia artificial: Un estudio de su impacto en la sociedad* [Trabajo de fin de grado, Universidade da Coruña]. Repositorio de la Universidade da Coruña. http://hdl.handle.net/2183/28479.

Posada González, J. (2024). El impacto y las implicaciones del uso de la inteligencia artificial en las instituciones de educación superior: Un análisis crítico. *Zenodo*. https://zenodo.org/records/10523397.

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2013). *Programa sectorial de educación 2013–2018*. https://www.gob.mx/sep/documentos/programa-sectorial-de-educacion-2013-2018-17277.

Suazo Galdames, I. (2023). Inteligencia artificial en investigación científica. *SciComm REPORT, 1*(1), 1–3. https://revistas.uautonoma.cl/index.php/scr/article/view/2149.

Vadillo Bueno, G. (2020). Inteligencia artificial: Un punto de encuentro para todos. *Revista Digital Universitaria (RDU), 21*(1), 1–4. https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2020.v21n1.a0.

IMPLEMENTACIÓN DE RECURSOS DIGITALES ADAPTADOS A LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE EN EL AULA

IMPLEMENTATION OF DIGITAL RESOURCES ADAPTED TO LEARNING STYLES IN THE CLASSROOM

S. E. León Sosa[1]
I. Y. Hernández Báez[2]
A. Herrera Campos[3]
R. E. López Díaz[4]

RESUMEN

El presente trabajo aborda una herramienta web diseñada para la asignación de recursos digitales personalizados según los estilos de aprendizaje de los estudiantes en el aula. Se llevó a cabo un estudio experimental de análisis cuantitativo con estudiantes de segundo ciclo de formación del quinto cuatrimestre del programa educativo de Ingeniería en Tecnologías de la Información. A través del software estadístico IBM SPSS, se identificaron los estilos de aprendizaje predominantes (visual, auditivo, lectura/escritura y kinestésico), con base al modelo VARK de Neil Fleming, utilizado para identificar el estilo de aprendizaje, se busca proporcionar recursos digitales a cada estudiante para fortalecer su aprendizaje. El objetivo principal es determinar el estilo de aprendizaje de cada estudiante y asignar recursos digitales adecuados, como enlaces, videos, presentaciones y audios, con el fin de reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto permite a los docentes implementar estrategias para motivar a los estudiantes, para apoyar su experiencia de aprendizaje y desempeño académico. Los resultados indican que el estilo de aprendizaje kinestésico es el más frecuente, con un 48.25% de presencia en las respuestas de los estudiantes. Además, se aplicó una encuesta para evaluar la efectividad de la asignación de recursos digitales donde el 52.8% expresó estar totalmente de acuerdo en que logró identificar su estilo de aprendizaje.

ABSTRACT

This paper addresses a web-based tool designed for the allocation of personalized digital resources based on students' learning styles in the classroom. An experimental quantitative analysis study was conducted with second-cycle students in the fifth semester of the Information Technology Engineering educational program. Using IBM SPSS statistical software, the predominant learning styles (visual, auditory, reading/writing, and kinesthetic) were identified. Based on Neil Fleming's VARK model, which is used to identify learning styles, the aim is to provide digital resources to each student to strengthen their learning. The main objective is to determine each student's learning style and assign appropriate digital resources, such as links, videos, presentations, and audios, to reinforce the teaching-learning process. This allows teachers to implement strategies to motivate students, support their learning experience and academic performance. The results indicate that the kinesthetic learning style is the most frequent, with 48.25% presence in student responses. In addition, a survey was administered to evaluate the effectiveness of the allocation of digital resources, where 52.8% expressed strong agreement that their learning style had been identified.

ANTECEDENTES

Objetivo

Desarrollar la herramienta web para la asignación de recursos digitales adaptados a los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes en el aula, con el objetivo de fortalecer el

[1] Profesora Investigadora de tiempo completo, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, lsandra@upemor.edu.mx
[2] Profesora Investigadora de tiempo completo, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, ihernandez@upemor.edu.mx
[3] Profesora Investigadora de tiempo completo, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, aherrerac@upemor.edu.mx
[4] Profesor Investigador de tiempo completo, Universidad Politécnica del Estado de Morelos, rlopezd@upemor.edu.mx

proceso de enseñanza-aprendizaje y promover una educación integral en el nivel superior. Por lo tanto, las preguntas de investigación que se plantean son: ¿Cómo influyen la asignación de recursos digitales de acuerdo al estilo de aprendizaje?, ¿Cómo influye la asignación de recursos digitales personalizados en el rendimiento académico de los estudiantes según su estilo de aprendizaje en educación superior?, ¿Qué impacto tiene el uso de una herramienta web para la identificación de estilos de aprendizaje en los estudiantes?

La personalización del proceso de aprendizaje, presenta como una respuesta a la diversidad de habilidades, estilos de aprendizaje y ritmos individuales de los estudiantes (Vera y otros, 2024), por lo tanto la innovación de los recursos digitales requieren ser novedosos y tecnológicos, que permitan al estudiante tener acceso a los recursos como archivos en PDF, enlaces, videos, aplicaciones interactivas, simuladores que permitan enriquecer la enseñanza y el aprendizaje en los futuros ingenieros para la formación integral. Se entiende que los medios que utiliza el docente para facilitar la transmisión del conocimiento son los estilos de enseñanza y el proceso se lleva a cabo durante la interacción del sujeto, sus características y la forma de aprender se conoce como los estilos o estrategias de aprendizaje (Valverde-López & Ureña-Hernández, 2021).

Justificación del Estudio

En el contexto actual de la educación superior, la personalización del aprendizaje se ha convertido en un factor clave para el rendimiento académico en los estudiantes. La diversidad de estilos de aprendizaje requiere el diseño e implementación de estrategias pedagógicas innovadoras que respondan a las necesidades individuales de cada estudiante. En este sentido, el uso de herramientas digitales adaptativas permite a los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la asignación de recursos educativos alineados con las características cognitivas de los estudiantes. El presente estudio es relevante, porque aborda la necesidad de desarrollar una herramienta web que permita la identificación de los estilos de aprendizaje y la asignación de recursos digitales personalizados.

Este enfoque no solo promueve un aprendizaje, sino que también fomenta la autonomía, la motivación y el compromiso de los estudiantes en su formación académica. Además, contribuye a la calidad educativa en la educación superior al incorporar tecnologías innovadoras que favorecen una enseñanza más inclusiva y equitativa. Desde un punto de vista académico, el impacto de la asignación personalizada de recursos digitales en el rendimiento académico y en la interacción de los estudiantes con el contenido educativo. Asimismo, aporta al campo de la tecnología educativa al diseñar una solución que puede ser implementada en distintas instituciones de educación superior, favoreciendo la innovación en los procesos de enseñanza.

Por lo tanto, la presente investigación, responde a los desafíos de la educación digital, ofreciendo una alternativa para el aprendizaje en la educación superior a través de herramientas tecnológicas con recursos digitales. La herramienta web es una comunidad virtual destinada para docentes y estudiantes, que permite al docente personalizar los recursos educativos a través del instrumento VARK. Los recursos digitales son seleccionados por el docente, para posteriormente ser asignados a los estudiantes de acuerdo al resultado del instrumento VARK, esto permite que los alumnos puedan identificar el estilo de aprendizaje y fortalecer su formación académica integral como futuros ingenieros.

METODOLOGÍA

Datos históricos

Actualmente, los docentes identifican los estilos de aprendizaje en el aula utilizando diversas estrategias que les permiten conocer cómo aprenden sus estudiantes. Algunas de las formas más comunes es la observación directa, realizando diferentes tipos de actividades en el aula, y la forma asignar recursos digitales es a través de Google Classroom, Google Drive o correo electrónico por mencionar algunos. La educación superior se encuentra en un proceso de transformación digital, que se concibe como un ecosistema centrado en el usuario, mediante recursos, herramientas y servicios TI que cubren el ciclo de vida de estudiantes e impulsan la colaboración, el aprendizaje activo, la investigación y la creación (Téllez & Bautista, 2021).

Los recursos didácticos corresponden a elementos que el docente adapta o modifica según el objetivo de aprendizaje que desea lograr de sus estudiantes, pudiendo hacer más fácil su tarea de mediación en el aprendizaje a la vez que facilita la comprensión y asimilación de los contenidos al alumno permitiendo despertar y captar su interés, a la vez que potencia sus capacidades creadoras, dado que acercan al estudiante a la realidad. Estos materiales pueden ser convencionales, audiovisuales y tecnológicos (Santillán y otros). Los estilos de aprendizaje se han convertido en elementos de gran importancia para favorecer una formación profesional de calidad, los cuales deben ser adaptados a las metodologías docentes que involucren las características que presentan los mismos, y así contribuir a elevar sus niveles de rendimiento educativo (Nicolás y otros, 2019).

Los recursos didácticos son herramientas de apoyo del docente dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, cuyas funciones consisten en transmitir información relevante de forma divertida e innovadora, contribuyendo al desarrollo de habilidades, capacidades y destrezas en todos los niveles educativos (Zoila-Adelina, 2023) . La implementación de tecnología es importante, ya que el uso de plataformas y herramientas tecnológicas permite la adaptación continua del contenido y el seguimiento del progreso de los estudiantes. De igual forma la retroalimentación y los ajustes constantes también son esenciales, utilizando evaluaciones formativas y sumativas para proporcionar retroalimentación continua y permitir ajustes en las estrategias y materiales utilizados (Navas-Franco y otros, 2024)

Se han desarrollado modelos que actúan como base en el desarrollo de estrategias didácticas, entre estás se encuentran el de los estilos de aprendizaje, conocido como modelo VAK por los tres elementos que lo conforman: representación visual, auditiva y kinestésica (Barrales & Valdez, 2019). Los estudiantes aprenden con más efectividad cuando se les enseña según sus estilos de aprendizaje predominantes. Además, los estudiantes tienen distintas formas de aprender desde el punto de vista de sus capacidades intelectuales y emocionales, de acuerdo a las características individuales (Bustamante y otros, 2017)

Aplicación de Instrumento

La aplicación del instrumento permitió recopilar información sobre los estilos de aprendizaje a 72 estudiantes del programa educativo de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la generación 2023-2026. El objetivo fue identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes para personalizar los recursos digitales que serán asignados a cada estudiante. El instrumento aplicado VARK por el autor Neil Fleming se aplicó en los grupos de segundo

ciclo de formación de quinto cuatrimestre, con una distribución del 29.2% de mujeres y 70.8 de hombres véase Tabla 1.

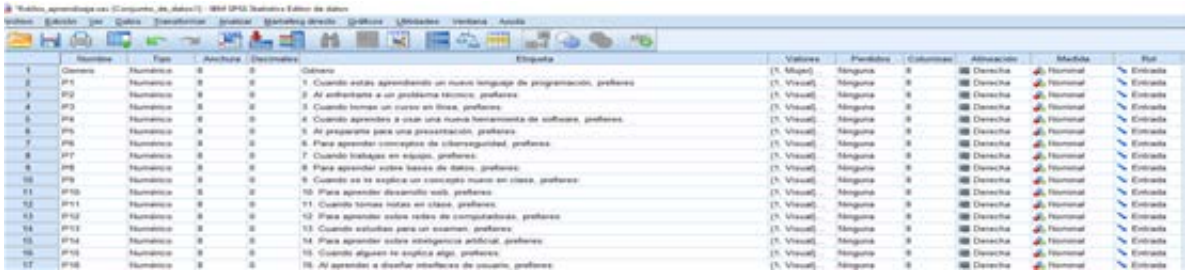
Tabla 1. *Género de estudiantes.*

Género	Número	Porcentaje
Mujer	21	29.2%
Hombre	51	70.8%
Total	72	100.00%

Neil Fleming construyó el cuestionario VARK, que evalúa cuatro estilos de aprendizaje: visual, auditivo, lectoescritor y kinestésico. Este ha sido aplicado en numerosos estudios, ya que es de fácil manipulación y entrega información rápida sobre la forma de aprendizaje de los individuos (Prado y otros, 2019).

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, dado que se centra en la recolección y análisis de los datos obtenidos mediante la aplicación del cuestionario VARK de Neil Fleming. Este instrumento permite identificar los estilos de aprendizaje predominantes en los estudiantes del programa de Ingeniería en Tecnologías de la Información. Se utilizó el cuestionario VARK, que consta de 16 preguntas diseñadas para identificar las preferencias sensoriales de los estudiantes. El cuestionario se aplicó en Google Forms para la recolección de respuestas. Los datos recolectados fueron procesados mediante el software IBM SPSS para identificar la distribución de los estilos de aprendizaje véase Figura 1.

Figura 1. *Datos recopilados en IBM SPSS.*



La Figura 2 muestra el proceso de análisis de los datos recopilados a través de Google Forms. Posteriormente, estos datos fueron procesados mediante software estadístico para obtener resultados que faciliten su interpretación.

Figura 2. *Procesamiento de datos.*

RESULTADOS

La herramienta web es desarrollada mediante el framework Bootstrap por ser de código abierto, escalable y agilizar su proceso para garantizar la compatibilidad entre navegadores, en este sentido. Bootstrap es uno de los framework de código libre más populares, ya que simplifica significativamente la etapa de programación al proporcionar características como modularidad y adaptabilidad. Los datos recopilados fueron ejecutados en un software estadístico IBM SPSS, con lo que respecta a la pregunta ¿Cuándo estás aprendiendo un nuevo lenguaje de programación? revelan que la mayoría de los estudiantes prefieren un enfoque kinestésico, con un 58.3% de los encuestados identificándose con este estilo. Este hallazgo sugiere que la mayor parte de los estudiantes aprenden mediante la práctica, y la resolución de problemas en entornos reales o simulados.

Por otro lado, el aprendizaje visual representa un 19.4% de los casos, lo que indica que una parte considerable de los estudiantes se beneficia del uso de diagramas, gráficos y esquemas para comprender los conceptos de programación. El aprendizaje auditivo es el tercero en preferencia, con un 16.7%, lo que implica que estos estudiantes responden bien a explicaciones verbales, discusiones y podcasts sobre programación. Finalmente, el estilo de aprendizaje basado en lectura/escritura es el menos frecuente, con sólo un 5.6%, sugiriendo que pocos estudiantes prefieren aprender a través de manuales, documentación escrita o notas véase Tabla 2.

Tabla 2. *Cuando estás aprendiendo un lenguaje de programación.*

Estilo	Frecuencia	Porcentaje
Visual	14	19.4
Auditivo	12	16.7
Lectura/Escritura	4	5.6
Kinestésico	42	58.3
Total	72	100

Cuando se trata de cursos en línea el aprendizaje kinestésico sigue siendo el más predominante con un 40.3%, lo que indica que la interactividad y la práctica siguen siendo claves incluso en entornos virtuales. El aprendizaje visual representa el 23.6%, destacando la importancia del uso de videos, diagramas y gráficos en los cursos en línea. El aprendizaje auditivo, con un 22.2%, lo que sugiere que las explicaciones orales, podcast y conferencias grabadas pueden ser eficaces. Finalmente, el estilo de aprendizaje basado en lectura/escritura representa el 13.9%, una mayor representación en comparación con el aprendizaje de programación en general, lo que puede indicar que los cursos en línea facilitan más este tipo de aprendizaje mediante documentos y transcripciones véase Tabla 3.

Tabla 3. *Cursos en Línea.*

Estilo	Frecuencia	Porcentaje
Visual	17	23.6
Auditivo	16	22.2
Lectura/Escritura	10	13.9
Kinestésico	29	40.3
Total	72	100

Para adquirir conocimientos en bases de datos, se encontró que el estilo kinestésico, con un 50% de los estudiantes. Esto indica que la mitad de los encuestados aprende mediante la práctica y la experiencia directa. El segundo estilo es el auditivo, con un 31.9% de los encuestados, lo que sugiere que una proporción significativa de estudiantes prefiere recibir información mediante explicaciones orales o discusiones. Por otro lado, el estilo visual representa un 15.3% de los encuestados, lo que muestra que un número menor de personas aprende mejor con gráficos, diagramas o esquemas. Finalmente, el estilo de lectura/escritura es el menos frecuente, con sólo un 2.8% de los encuestados. Esto indica que muy pocos estudiantes prefieren aprender a través de textos escritos y toma de notas véase Tabla 4.

Tabla 4. *Aprender base de datos.*

Estilo	Frecuencia	Porcentaje
Visual	11	15.3
Auditivo	23	31.9
Lectura/Escritura	2	2.8
Kinestésico	36	50
Total	72	100

Para aprender sobre Inteligencia Artificial (IA), el 44.4% de los estudiantes prefieren el aprendizaje kinestésico, lo que indica que la mayoría de los encuestados aprende mejor mediante la experimentación, el uso de herramientas prácticas y la implementación de algoritmos en entornos reales o simulados. El 20.8% prefiere el aprendizaje auditivo**,** lo que sugiere que conferencias, explicaciones verbales y debates pueden ser estrategias. El 19.4% de los estudiantes opta por el aprendizaje visual, lo que indica que diagramas, gráficos y representaciones visuales de redes neuronales y modelos de IA pueden ser útiles para su

comprensión. Finalmente, el 15.4% prefiere el aprendizaje basado en lectura/escritura, lo que resalta la importancia de materiales escritos como artículos científicos, documentación técnica y libros de texto para la comprensión de la IA, véase Tabla 5.

Tabla 5. *Aprender sobre Inteligencia Artificial.*

Estilo	Frecuencia	Porcentaje
Visual	14	19.4
Auditivo	15	20.8
Lectura/Escritura	11	15.4
Kinestésico	32	44.4
Total	72	100

La herramienta web constituye una estrategia de apoyo para los docentes en la asignación y personalización de recursos digitales, adaptándose a los diferentes estilos de aprendizaje. Además, permite la gestión de preguntas conforme al instrumento de evaluación seleccionado para los estudiantes. En esta ocasión, se empleó el modelo VARK de Neil Fleming. La Figura 3 presenta dicho instrumento, en el cual el estilo de aprendizaje se determina en función de las respuestas proporcionadas por los estudiantes.

Figura 3. *Gestión del instrumento VARK de Neil Fleming.*

Una vez aplicado el instrumento Figura 4, se pueden consultar los resultados de los estudiantes de manera individual, permitiendo identificar su estilo de aprendizaje predominante. Esto facilita la asignación de recursos digitales previamente seleccionados por el docente, así el proceso de enseñanza y adaptación a las necesidades de cada alumno véase Figura 5.

Figura 4. *Resultados del instrumento aplicado.*

Figura 5. *Gráfica del estilo de aprendizaje predominante*

Para el registro de material Figura 6, es posible cargar archivos en formato PDF, documentos de Word, presentaciones de PowerPoint y enlaces web. Con el objetivo de optimizar el uso del espacio en el servidor y garantizar una variedad de recursos digitales, se establece un límite de 25 MB por archivo véase Figura 7.

Figura 6. *Registro de recursos digitales*

Figura 7. *Gestión de recursos digitales*

El docente tiene la posibilidad de seleccionar a los estudiantes a quienes asignará el recurso didáctico Figura 8. Además, se presenta una lista con los alumnos y sus respectivos estilos de aprendizaje, lo que permite una asignación personalizada y alineada con sus necesidades pedagógicas

Figura 4. *Asignación de recursos digitales.*

Cuando el estudiante accede a la herramienta web, visualiza los materiales recomendados según su estilo de aprendizaje véase Figura 9, lo que le permite fortalecer su proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula. Además, la plataforma presenta una gráfica que muestra su estilo de aprendizaje predominante Figura 10, facilitando una experiencia más personalizada y efectiva.

Figura 5. *Material recomendado de acuerdo al estilo de aprendizaje.*

Figura 6. *Estilo de aprendizaje predominante del alumno.*

Al finalizar, se aplicó una encuesta a los estudiantes sobre la asignación de recursos digitales según su estilo de aprendizaje predominante. En ella, se les preguntó si los recursos y actividades en la herramienta web fueron relevantes y útiles para su proceso de aprendizaje. Los resultados mostraron que el 45.8% estuvo de acuerdo en que los recursos fueron útiles para su proceso de enseñanza-aprendizaje véase la Tabla 6.

Tabla 6. *Recursos digitales útiles para la enseñanza – aprendizaje.*

Estilo	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	26	36.1
De acuerdo	33	45.8
Neutral	10	13.9
En desacuerdo	2	2.8
Totalmente en desacuerdo	1	1.4
Total	72	100

La herramienta web, al aplicar el instrumento de estilos de aprendizaje, ayudó a los estudiantes a identificar de manera clara su estilo de aprendizaje. Como resultado, el 52.8% expresó estar totalmente de acuerdo en que logró identificar su estilo de aprendizaje véase Tabla 7.

Tabla 7. *Estilo de aprendizaje predominante.*

Estilo	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	38	52.8
De acuerdo	23	31.9
Neutral	10	13.9
En desacuerdo	1	1.4
Totalmente en desacuerdo	0	0
Total	72	100

CONCLUSIONES

De esta manera retomando el objetivo de la presente investigación desarrollar una herramienta web para la asignación de recursos digitales adaptados a los distintos estilos de aprendizaje de los estudiantes en el aula, se concluyó que el estilo de aprendizaje predominante es el Kinestésico, personalizando los recursos digitales de acuerdo al estilo de aprendizaje, con la finalidad de fomentar la motivación y participación activa de los estudiantes, cabe señalar que los recursos digitales registrados en la herramienta web, fueron seleccionados para fortalecer su formación integral de aprendizaje de futuros ingenieros.

Por último, considerando que diversos autores sugieren la importancia de que los estudiantes experimenten distintas formas de aprendizaje, resulta fundamental diseñar la asignatura de manera que incorpore actividades que respondan a diversos estilos de aprendizaje. Esto permitirá una formación más integral y equitativa, favoreciendo el desarrollo de habilidades desde múltiples enfoques.

BIBLIOGRAFÍA

Barrales, A. L., & Valdez, C. G. (2019). Estilos de aprendizaje, una estrategia de enseñanza innovadora para la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 11*, 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/570

Bustamante, E. M., Morales, J. D., & Sierra, C. A. (2017). Estilos de aprendizaje en universitarios, modalidad de educación a distancia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 50*, 383–393. http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/829/1347

Navas-Franco, L. E., Ortiz-Carrasco, W. H., Cabrera-Urbina, E. V., & Orna-Quintanilla, K. A. (2024). La efectividad de los materiales educativos en la personalización del aprendizaje. *593 Digital Publisher, 9*(5), 805–817. https://doi.org/10.33386/593dp.2024.5.2688

Nicolás, E. D., Martínez, O. A., Pérez, A. B., & Cabello, M. D. (2019). Tiempos adecuados para los diferentes estilos de aprendizaje en estudiantes de nivel superior. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 11*(6), 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/575

Prado, C. E., Salazar, J. F., Rosas, C. M., & Chero, L. Z. (2019). Relación entre los factores de la personalidad y los estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios peruanos. *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, 8*(4), 41–58. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=521763181004

Santillán, M. A., Ríos, T. R., Jiménez, O. C., & España, I. E. (2021). Uso del material didáctico para la mejora del proceso de enseñanza aprendizaje en medicina. *RECIMUNDO, 5*(2), 168–187.
https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(2).julio.2021.168-187

Téllez, N. R., & Bautista, R. B. (2021). Instrumento de análisis para estilos de aprendizaje asociado a la personalización educativa en plataformas digitales. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 13*(8), 1–11. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/707

Valverde-López, L., & Ureña-Hernández, M. (2021). Una propuesta de estrategias y recursos didácticos por competencias en respuesta a los estilos de enseñanza-aprendizaje de la población estudiantil. *Revista Electrónica Educare, 25*(3), 1–19. https://doi.org/10.15359/ree.25-3.7

Vera, M. M., Jiménez, G. M., Izurieta, C. E., Guzmán, B. A., & Velasco, J. E. (2024). Personalización del proceso de aprendizaje mediante inteligencia artificial. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(3), 772–785. https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2076

Zoila-Adelina, N. V. (2023). Los recursos didácticos como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. *MQR Investigar, 7*(3), 4078–4105. https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.4078-4105

MONITOREO DE ALUMNOS EN REZAGO POR ARTÍCULO 35: MEJORA EN EL ÍNDICE DE APROBACIÓN

MONITORING OF STUDENTS IN ARREARS BY ARTICLE 35: IMPROVEMENT IN THE PASSING RATE

E. N. Olvera Pérez[1]
J. L. Díaz González[2]
J.V. Quiroga Rojas[3]

RESUMEN

Reprobar es no conseguir una calificación satisfactoria y un bajo aprovechamiento escolar. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, s.f., como se citó en DGETA, 2005) se considera causa del fracaso escolar y evidencia una baja calidad educativa, existen diferentes factores que incrementan los índices de reprobación, como son problemas de salud, económicos, psicológicos, de rendimiento escolar, entre otros.

Los factores anteriormente mencionados pueden llegar a provocar una suspensión definitiva de las actividades académicas de los alumnos inscritos, lo que se conoce como baja definitiva.

El propósito de esta investigación fue monitorear de forma semanal a los estudiantes de ingenierías que solicitaron por escrito la oportunidad para regularizarse (Art. 34) a la Comisión de Educación del Consejo de Centro, antes del inicio del ciclo inmediato siguiente en que haya sido dado de baja, una nueva oportunidad para acreditar la materia o materias que adeude, con el objetivo de incrementar el índice de aprobación. La metodología se basa en una investigación descriptiva, no se crean relaciones causa-efecto, investigación documental y de campo.

ABSTRACT

Failing is not getting a satisfactory grade and low school achievement. According to the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD, n.d., as cited in DGETA, 2005) it is considered a cause of school failure and evidence of low educational quality, there are different factors that increase failure rates, such as health, economic, psychological, and school performance problems, among others.

The aforementioned factors can lead to a definitive suspension of the academic activities of enrolled students, which is known as definitive dropout.

The purpose of this research was to monitor on a weekly basis the engineering students who requested in writing the opportunity to regularize (Art. 34) to the Education Commission of the Center Council, before the beginning of the immediate following cycle in which they have been dropped, a new opportunity to accredit the subject or subjects they owe, with the objective of increasing the approval rate. The methodology is based on descriptive research, no cause-effect relationships are created, documentary and field research.

ANTECEDENTES

En la actualidad, dos indicadores influyen de manera significativa en la Educación Superior en México: el rezago académico y la deserción escolar, ambos considerados desafíos complejos para las instituciones educativas. La deserción escolar impacta a diversos sectores, incluyendo a la familia, la economía y, especialmente, al estudiante, quien ve truncado su objetivo de convertirse en profesionista, mejorar su calidad de vida y alcanzar el éxito tanto personal como profesional.

Ante esta situación, las instituciones deben implementar estrategias formales que contribuyan

[1] Profesora de Tiempo Completo. Universidad de Guadalajara. noemi.olvera@academicos.udg.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo. Universidad de Guadalajara. josel.diazg@academicos.udg.mx
[3] Jefe del Departamento de Electro-fotónica. Universidad de Guadalajara. jose.quiroga@academicos.udg.mx

a la reducción de estos problemas, lo que implica revisar sus planes de estudio e incorporar programas institucionales de apoyo para los estudiantes. Estos programas deben fortalecer el proceso formativo y aumentar la tasa de egreso. En este contexto, se desarrolla un programa de monitoreo dirigido a estudiantes con riesgo de baja definitiva administrativa, con el propósito de brindarles el apoyo necesario para continuar con su formación académica.

La Universidad de Guadalajara, dentro de su normatividad, establece en el capítulo VII del *Reglamento General de Evaluación y Promoción de Alumnos* que los estudiantes tienen la oportunidad de repetir cursos, siempre que cumplan con los procedimientos correspondientes. Los trámites relacionados con estas disposiciones deben realizarse en las oficinas de Control Escolar. Los artículos relacionados son:

ARTÍCULO 33. Si un estudiante no aprueba una materia en examen ordinario ni extraordinario, tendrá derecho a repetirla en el ciclo escolar inmediato siguiente, con la posibilidad de acreditarla en alguna de estas dos modalidades. En caso de no aprobar en dichas oportunidades, será dado de baja de la Universidad.

ARTÍCULO 34. Si un estudiante recibe la sanción establecida en el artículo 33, podrá solicitar a la Comisión de Educación del Consejo de Centro una nueva oportunidad para acreditar la materia o materias pendientes. Dicha solicitud deberá presentarse antes del inicio del ciclo inmediato siguiente a su baja. Si el estudiante no asiste a los cursos correspondientes o no logra acreditar las materias, será dado de baja definitiva.

La Comisión de Educación del Consejo de Centro podrá autorizar esta nueva oportunidad considerando los argumentos expuestos por el estudiante en su solicitud, su historial académico y su conducta. En caso de ser aprobada, el estudiante deberá acreditar las materias pendientes exclusivamente en el periodo de evaluación ordinaria. Si no se presenta a los cursos o no obtiene una calificación aprobatoria en cada una de las materias adeudadas, será dado de baja de manera automática y definitiva.

ARTÍCULO 35. Todo estudiante que haya sido dado de baja conforme a los artículos 33 y 34 del *Reglamento de Promoción y Evaluación* no podrá obtener autorización para su reingreso a la carrera.

El estudiante debe solicitar por escrito la oportunidad de repetir los cursos o materias conforme a lo establecido en el artículo 34. Posteriormente, la Comisión de Educación analiza la solicitud para determinar si se le concede dicha oportunidad. En caso de ser aprobada, el estudiante tiene la obligación de asistir a clases y cumplir con todas las actividades establecidas en el programa de la asignatura para acreditar la(s) materia(s).

No obstante, el problema radica en que muchos estudiantes no asisten, lo hacen de manera esporádica o no cumplen con las actividades requeridas por el docente. Como consecuencia, vuelven a reprobar y son dados de baja administrativa definitiva.

El presente trabajo tiene como propósito monitorear a los estudiantes en riesgo de baja administrativa definitiva a lo largo de las 17 semanas del ciclo escolar, con el objetivo de mejorar el índice de aprobación de las materias comprendidas en el artículo 34.

METODOLOGIA

Martínez (1998) refiere que la reprobación escolar es:
la no aprobación de asignaturas en la serie de ciclos o semestres escolares originalmente previstos, la no aprobación acumulada; la repetición de cursos no aprobados; la repetición de cursos no concluidos por no haberse presentado los exámenes ordinarios.

Reprobar no solo es, no aprobar la asignatura, el rezago, la deserción, la baja definitiva administrativa, son secuelas de esta y son indicadores de reprobación. Disminuir los índices de reprobación estudiantil es responsabilidad de la institución, del compromiso de los estudiantes y dedicación en las actividades académicas, la falta de cualificación de los docentes en la enseñanza didáctica, además del seguimiento y monitoreo de las autoridades administrativas, a través del análisis y acciones emprendidas (Amado, García, Brito, Sánchez y Sagaste, 2014; Valdez y Rujano, 2023).

Los índices de reprobación se han incrementado, debido a diferentes factores, como son, la familia, la economía, métodos de estudio, práctica docente, y las causas administrativas, que pueden desencadenar en que los alumnos abandonen sus estudios o la institución determine una baja definitiva, lo que para las instituciones de educación superior (IES) genere pérdidas económicas y apatía en los estudiantes (Durán y Díaz, 1990).

Espinoza., et al. (2005) clasifica las causas de la reprobación como de origen social y familiar, psicológico, económicas, de rendimiento escolar y físicas.

En un estudio realizado a los estudiantes por Nava, Rodríguez y Zambrano (2007) en el Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara, México, se menciona que las causas de reprobación se deben en primer término a los problemas laborales y por traslape con el horario de clase, en segundo término, a los problemas familiares y, por último, conflictos con la materia.

Uno de los problemas que actualmente enfrenta el sistema educativo nacional es la deserción escolar, al igual que el rezago académico y la baja eficiencia terminal, que lejos de ser un asunto local, es una temática en el ámbito mundial (Amado, García, Brito, Sánchez y Sagaste, 2014).

Para Tinto (1989), desertar constituye un fracaso puesto que no se termina la meta trazada desde el momento que el sujeto ingresó a una institución educativa.

El rezago escolar es considerado como un indicador que proporciona información sobre la postergación y bajo rendimiento académico de los estudiantes, lo que es precedente de la deserción escolar, exhibiendo las dificultades que el estudiante va viviendo en pasos graduales, y desencadena en la reprobación sistemática de una serie de unidades de aprendizaje (Amado, García, Brito, Sánchez y Sagaste, 2014).

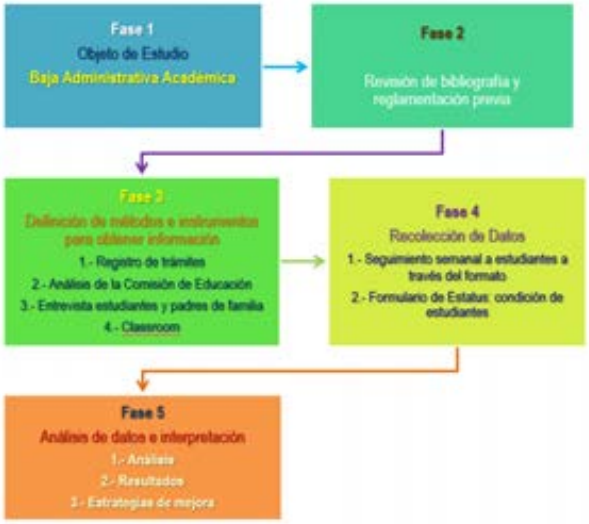
Las estrategias para incrementar el índice de aprobación son importantes, la impartición de cursos, prácticas y talleres remediales, programas institucionales de tutoría y asesoría académica, así como las acciones de acompañamiento y apoyo a los alumnos reprobados por parte del personal docente, son otras de las alternativas de solución al problema de la

reprobación escolar (Valdez y Huerta, 2023).

Dentro de las estrategias para incrementar el índice de aprobación, las autoridades administrativas deben realizar platicas de concientización a los estudiantes e incluir a su familia para lograr un desarrollo óptimo, y no con el objetivo de controlarlo o castigarlo (Arellano, Guerrero y Mendoza, 2015).

La metodología empleada se basa en una investigación descriptiva, sin establecer relaciones de causa y efecto. Los pasos seguidos en el proceso fueron: definición del objeto de estudio, revisión de bibliografía previa, determinación de métodos e instrumentos para la obtención de información, recolección de datos, análisis de los datos y su posterior interpretación, ver Figura 1.

Figura 1. *Pasos del método descriptivo utilizados.*



El total de estudiantes que se encuentran en esta situación de posible baja administrativa definitiva son 616 alumnos de 18 licenciaturas de todos los ciclos escolares para fines de esta investigación, la muestra es de 90 estudiantes de 6 licenciaturas.

La hipótesis, de carácter descriptivo, plantea que el monitoreo contribuirá al incremento en la entrega de actividades y tareas, además de fomentar una comunicación continua, lo que, a su vez, permitirá mejorar el índice de aprobación de dichas materias.

RESULTADOS

En la Figura 2, se muestra la base de datos que se obtiene de las solicitudes que realizan los estudiantes, en ella se observa el avance de créditos, unidades de aprendizaje en riesgo y los motivos por el cual se encuentran en esta situación.

Figura 2. *Base de datos de información de estudiantes.*

Creditos carrera	Creditos por semestre minimos	Porcentaje que deberia llevar	% de avance de créditos	Créditos faltantes	Créditos obtenidos	Nombre completo	Materias	Total materias reprobadas	Razón principal
459	25.5	27.77777778	10.45%	411	48	I7412 ESTATICA/I7426 INGENIERIA DE LOS	3	3	Gestión inadecuada de
466	23.3	35	25.75%	346	120	IC572 PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA / IC5	3	4	Falta de motivación (C
453	28.31	62.49448124	61.81%	173	280	I7376 PLANEACION Y CONTROL DE LA PRC	1 1, 2		Problemas financieros
418	26.125	31.25	13.87%	360	58	I5804 QUÍMICA GENERAL II/I5805 QUÍMICA	2	3	Falta de motivación (C
453	28.31	56.24503311	54.39	223	266	I6491 Finanzas	5	6	Enfermedad o problem
418	26.125	87.5	76.31	99	319	I5838 ANALISIS DE REACTORES QUIMICOS	3	4	Problemas de aprendiz
459	25.5	72.22222222	44.44%	255	204	I7427 CIRCUITOS ELÉCTRICOS 1 / I7445 LA	7	7	Problemas psicológicos
466	23.3	30	17.38%	385	81	IC582 DINAMICA/IC586 CALCULO AVANZAD	5	9	Problemas financieros
418	26.125	25	10.52%	374	44	I5803 QUÍMICA GENERAL I	1	4	No contar con los medi
466	23.3	65	49.1%	220	270	IC599 MECANICA DE SOLIDOS II	8	3	Enfermedad o problem
466	23.3	40	27.68%	337	129	IC594	1	4	Problemas de aprendiz
459	25.5	66.66666667	59.25	187	272	I7419 MÉTODOS NUMERICOS	5	6	Falta de motivación (C
453	28.31	74.99337748	70.19 %	135	318	I7341 INTRODUCCION DE CIRCUITOS ELEC	3	3	Problemas financieros
459	25.5	61.11111111	48.80%	235	225	I7417 ÓPTICA Y ACUSTICA	10	4	Gestión inadecuada de
466	23.3	15	24.03	354	112	IC591	5	2	Enfermedad o problem
418	26.125	31.25	19.37%	337	81	I5804 QUIMICA GENERAL 2	6	1	Gestión inadecuada de
459	25.5	94.44444444	85.40%	67	392	I7455 MAQUINAS ELECTRICAS I/I7460 LABI	4	4	Problemas financieros
418	26.125	168.75	90.22	39	380	QM403 Electroquímica II IQ209 Procesos de I	2	2	Falta de motivación (C
453	28.31	149.986755	97.13%	13	440	I6491 FINANZA / I7406 LIDERAZGO / I7396 E	3	3	Problemas de puntualid

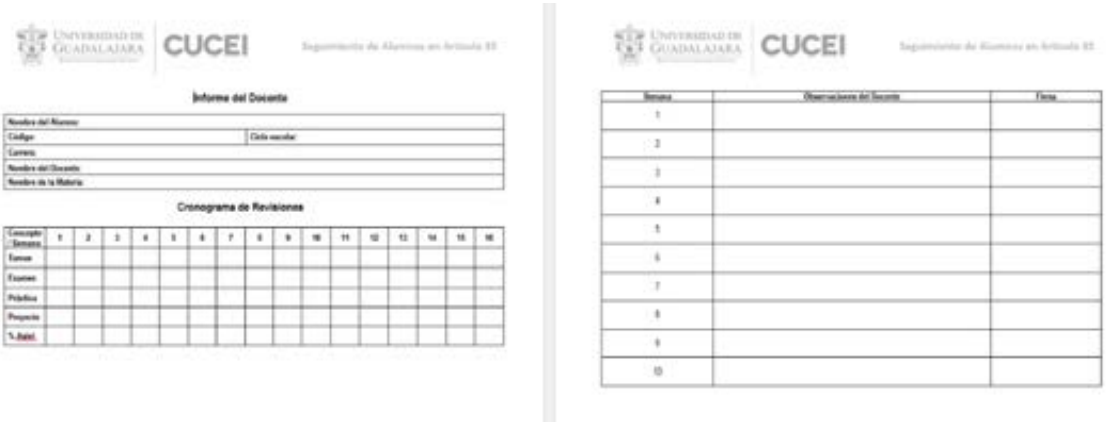
Se lleva a cabo una entrevista con los estudiantes para conocer su situación actual. En algunos casos, dependiendo de las circunstancias, también se convoca a los padres de familia con el propósito de solicitar su apoyo moral y económico para sus hijos.

Se crea una clase en Classroom, como se muestra en la Figura 3, donde se lleva a cabo el seguimiento de los estudiantes durante 17 semanas. A través de esta plataforma, los estudiantes pueden plantear preguntas y expresar inquietudes, las cuales deben ser atendidas por los responsables del seguimiento.

Figura 3. *Clase en classroom.*

A través de un formato de seguimiento semanal, el profesor es responsable de completarlo según las actividades realizadas por el estudiante cada semana, incluyendo tareas, exámenes, prácticas, proyectos y asistencia a la asignatura, ver Figura 4.

Figura 4. *Formato de seguimiento.*



La Figura 5 muestra la base de datos elaborada a partir de la información recopilada durante el seguimiento a los estudiantes.

Figura 5. *Base de datos de seguimiento a estudiantes.*

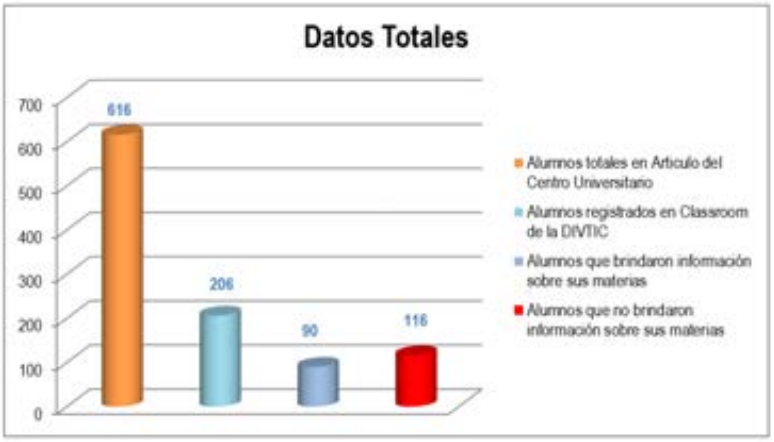
N. ALUMNO	ALUMNO	CÓDIGO	CARRERA	MATERIA	MAESTRO	DIA	HORA	AULA	SEMANA	TAREAS	EXAMEN	PRÁCTICA	PROYECTO	ASISTENCIA	OBSERVACIONES
1	[redacted]			INGENIERIA DE SOFTWARE I	CEDANO RODRIGUEZ, ALFREDO	LUNES	05:00-07:00	X-06	1	N/A	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									2	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									3	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									4	N/A	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									5	N/A	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									6	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									7	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									8	N/A	90%	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									9	N/A	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									10	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									11	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									12	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									13	100%	N/A	N/A	N/A	100%	El alumno se está esforzando y cumpliendo al máximo.
									14						
									15						

Dentro del seguimiento semanal, algunos estudiantes también enfrentan inconvenientes relacionados con la salud, el bienestar emocional, la situación económica, entre otros. Estos aspectos se registran a través de un cuestionario con el objetivo de que la administración pueda contribuir a su solución.

Con la información recopilada, se calcula que, en promedio, los estudiantes tienen un valor de 3.72, aproximado a 4 materias reprobadas por alumno por ciclo escolar, cursando un máximo de 10 materias y un mínimo de 1 materia.

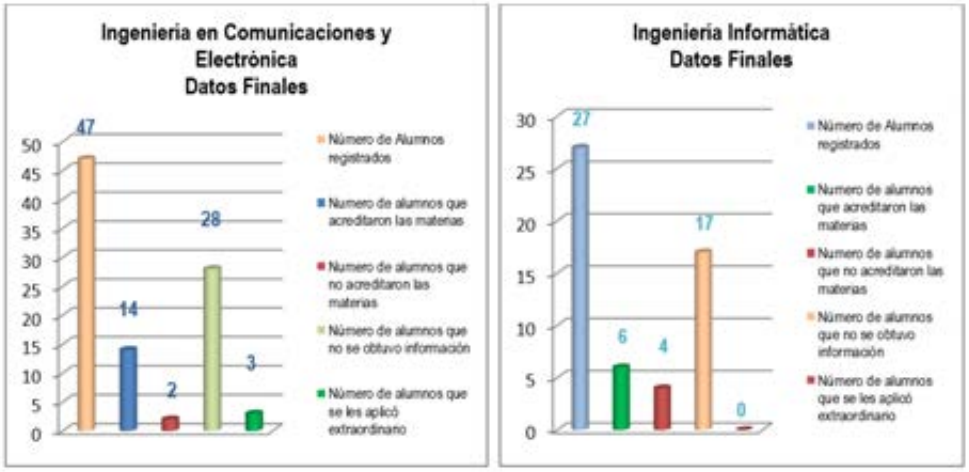
La Figura 6 muestra que, de los 616 estudiantes del Centro Universitario en el artículo 34, 206 pertenecen a las seis carreras objeto de estudio. Sin embargo, solo se recibieron reportes sobre el estado de materias por parte de 90 estudiantes de tres carreras, sin obtener información de Ingeniería Fotónica, Ingeniería en Computación e Ingeniería Robótica.

Figura 6. *Seguimiento a estudiantes.*



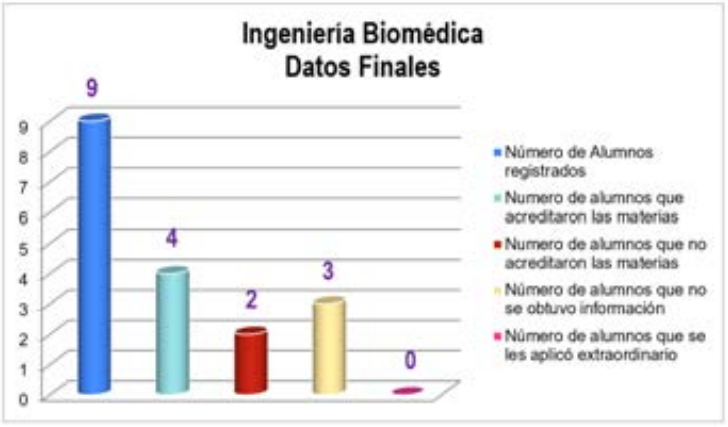
De los 90 estudiantes, 47 pertenecen a la carrera de Comunicaciones y Electrónica, de los cuales se obtuvo información de 16. De estos, 14 acreditaron la(s) materia(s) y 2 reprobaron, mientras que el seguimiento de los 28 restantes quedó inconcluso. En el caso de Ingeniería en Informática, se registraron 27 estudiantes, pero solo se obtuvo información de 10, de los cuales 6 aprobaron y 4 reprobaron, ver Figura 7.

Figura 7. *Datos finales Electrónica e Informática.*



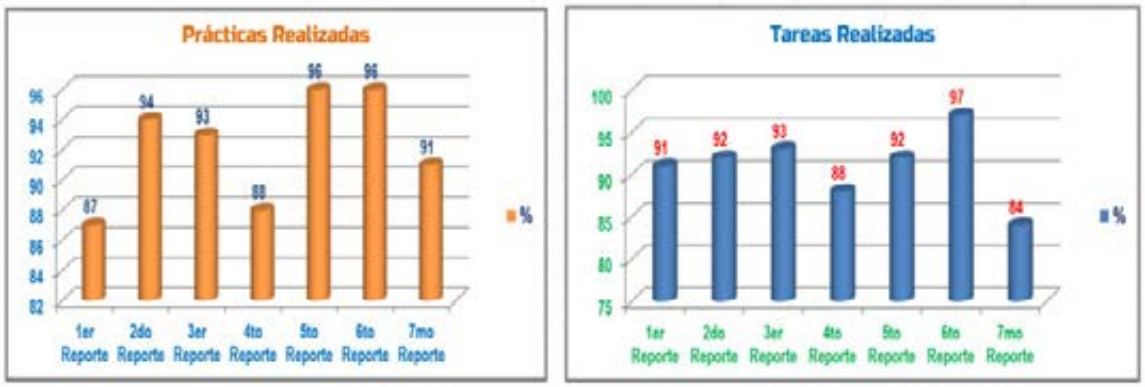
La Figura 8 muestra que, en el caso de Ingeniería Biomédica, se registraron 9 estudiantes. De ellos, 4 acreditaron la(s) materia(s), 2 reprobaron y el seguimiento de los 3 restantes quedó inconcluso.

Figura 8. *Datos finales Biomédica.*



El seguimiento realizado por la administración y los docentes permitió observar, como se muestra en la Figura 9, que la mayoría de los estudiantes entregaron sus prácticas y tareas. Esto les facilitó la acreditación de sus asignaturas, especialmente aquellas en posibilidad de artículo 35.

Figura 9. *Seguimiento de actividades.*



La asistencia a clases es un factor fundamental para que los estudiantes puedan aprobar sus materias. En ciclos anteriores, algunos optaron por no asistir, confiando en su conocimiento previo al haber cursado la asignatura anteriormente. Sin embargo, la metodología varía según el docente, lo que influye en la forma en que se abordan los temas, tareas y prácticas. La asistencia continua facilita una mejor comprensión de los contenidos y permite la entrega oportuna de actividades. Como se muestra en la Figura 10, el porcentaje de asistencia de los estudiantes se mantuvo entre el 84 % y el 93 %.

Figura 10. *Seguimiento de porcentaje de asistencia.*

CONCLUSIONES

El monitoreo realizado durante los dos ciclos escolares demuestra que la mayoría de los estudiantes ha logrado aprobar sus unidades de aprendizaje reprobadas, lo que les permite continuar con sus estudios. Esto beneficia a la institución al mejorar los índices de aprobación, reducir la deserción y minimizar las bajas definitivas, tanto voluntarias como administrativas, favoreciendo así la conclusión de los estudios por parte del alumnado.

Asimismo, se observó, que a lo largo de los ciclos escolares los estudiantes enfrentaron diversas dificultades que influyeron en la acreditación de sus materias, lo que resalta la importancia de realizar estudios futuros para analizar estos factores en mayor profundidad.

Cabe destacar que la carrera con el mayor número de estudiantes en esta situación es Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, lo que hace necesario un análisis detallado de los factores que inciden en este resultado.

En conclusión, a pesar de las estrategias y esfuerzos implementados, aún es necesaria una mayor disposición por parte de la administración (jefes de departamento y coordinadores), los docentes y los propios estudiantes para mejorar los resultados académicos.

BIBLIOGRAFIA

Arellano, L., Guerrero, L., y Mendoza, G. (2015). Plan de acción contra factores de riesgos que limitan el desempeño del estudiante. *Revista ANFEI Digital, vol. 1 (2).* https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/47/148

Amado, M.; García, Á.; Brito, R.; Sánchez, B. y Sagaste, C. (2014). Causa de reprobación en ingeniería desde la perspectiva del académico y administradores. *Ciencia y Tecnología*, 1(14), 233-250. Recuperado de https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/14/CyT_14_15.pdf

Dirección Técnica y Subdirección Académica (DGETA). (2005). Reprobación Escolar: Metodología para la determinación de acciones emergentes para su disminución.

Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwii7o3avqDfAhVIeKwKHdU-DvkQFjAAegQIChAB&url=https%3A%2F%2Fes.scribd.com%2Fdoc%2F28303282%2FREPROBACION-ESCOLAR&usg=AOvVaw1Q_AEmi0F51CL0eRJDlyRc

Durán, J., y Díaz, G. (1990). Análisis de la deserción estudiantil en la Universidad Autónoma Metropolitana. *Revista de la Educación Superior*, Volumen 19 (74). Recuperado de http://publicaciones.anuies.mx/revista/74

Espinoza, C. et al. (2005). *Propuesta de sistema integral de tutorías académicas para el nivel medio superior universitario*. Foro Reforma del Bachillerato Universitario. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 28 - 30 nov., Puebla, Puebla, México.

Martínez, M. (1998). Análisis Multirreferencial del fenómeno de la reprobación en estudiantes universitarios mexicanos. *Revista Psicología Escolar y Educacional*, 2(2), 161-174. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwit5cKwxqDfAhUPWq0KHbwEBkYQFjAAegQICRAB&url=http%3A%2F%2Fpepsic.bvsalud.org%2Fscielo.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS1413-85571998000200010&usg=AOvVaw08UexPRQI_eFpkyPZJ3UWT

Nava Bustos, G., Rodríguez Roldán P., Zambrano Guzmán, R. (2007). Factores de reprobación en los alumnos del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara. *Revista de educación y desarrollo*. Volumen 7, pp 17 – 25.

Tinto, V. (1989). Definir la deserción: una cuestión de perspectiva. Revista de la Educación Superior, XVIII, 71, Recuperado de: http://publicaciones.anuies.mx/revista/71/1/3/es/definir-ladesercion-una-cuestion-de-perspectiva

Valdez, E., y Huerta, A. (2023). La reprobación escolar en el nivel superior: causas, consecuencias y alternativas de solución a partir del estudio de caso del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. En Valdez, E., y Rujano, M (Eds), *Reprobación y deserción escolar: estrategias exitosas de solución en las instituciones de educación superior.* (pp. 15–44). Editado por la Universidad de Guadalajara e Impreso por Prometeo Editores, S.A. de C.V.

DISEÑO DEL SISTEMA DE CALIDAD "MODERNIZA" EN UNA EMPRESA HOTELERA DE TAPACHULA, CHIAPAS, MÉXICO

DESIGN OF THE "MODERNIZA" QUALITY SYSTEM IN A HOTEL COMPANY IN TAPACHULA, CHIAPAS, MEXICO

V. A. Rangel Rodríguez[1]
B. J. Cárdenas Córdova[2]
M. Escobar Ríos[3]
M. de los A. López Arroyo[4]

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de la situación actual en un Hotel ubicado en la ciudad de Tapachula, Chiapas, México para identificar los elementos a mejorar o implementar que permitieran renovar el distintivo M y obtener el distintivo M especializado. La metodología utilizada fue de tipo inductiva, el alcance fue explicativo y se utilizó el cuestionario guía de implementación del Distintivo M para la realización del diagnóstico. En el estudio se detectaron y actualizaron los documentos y procesos; se logró renovar y obtener los certificados de la distinción; con lo cual, la empresa garantiza la calidad en sus servicios y le permite tener una ventaja competitiva. Así mismo, muestra la importancia de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación profesional de ingenieros relacionados con la ingeniería de calidad en la industria turística que sobresale por su gran importancia económica en la región y en el país y marca la pauta para el diseño e implementación de aspectos normativos en los programas de estudio.

ABSTRACT

The purpose of this research was to diagnose the current situation at a hotel located in Tapachula, Chiapas, Mexico, to identify elements that needed to be improved or implemented to allow the renewal of the M Distinction and obtain the specialized M Distinction. The methodology used was inductive, explanatory, and the M Distinction Implementation Guide questionnaire was used to conduct the diagnosis. The study identified and updated documents and processes; the company was able to renew and obtain the M Distinction certificates. This guarantees the quality of its services and gives it a competitive advantage. It also demonstrates the importance of applying the knowledge acquired during the professional training of engineers related to quality engineering in the tourism industry, which stands out for its great economic importance in the region and the country and sets the tone for the design and implementation of regulatory aspects in the study programs.

ANTECEDENTES

Los temas relacionados con la aplicación de normas laborales y certificaciones forman parte esencial de la llamada ingeniería de calidad; la enseñanza de sus técnicas y métodos de implementación permiten a los ingenieros realizar el seguimiento y control de procesos basados en estadísticas y modelos matemáticos que contribuye en la reducción de costos, tiempos y mejora la rentabilidad de la empresa (Cruz, López y Ruiz, 2017). Por ello, que los estudiantes realicen estudios en empresas mediante la aplicación de dichos temas representa una oportunidad para fortalecer su formación profesional.

[1] Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/ IT de Tapachula, México. vrangel_23@hotmail.com
[2] Ingeniera Industrial. Tecnológico Nacional de México/ IT de Tapachula, México industrial@tapachula.tecnm.mx
[3] Ingeniera Industrial. Tecnológico Nacional de México/ IT de Tapachula, México industrial@tapachula.tecnm.mx
[4] Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/ IT de Tapachula, México. mariadelosangeles.lopezarroyo21@gmail.com

Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo realizar un diagnóstico de la situación actual en una empresa que permita identificar los aspectos a mejorar o implementar para renovar del distintivo M y obtención del distintivo M especializado en un Hotel para ampliar sus índices de rentabilidad y competitividad de la zona; de esta forma administrar y dirigir la empresa de manera modernizada. La empresa en estudio fue un Hotel de cinco estrellas ubicado en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, México; que contaba con un certificado M vencido; por lo que requería contar con un sistema de gestión de calidad vigente que avale la calidad de sus servicios ante sus clientes; el estudio permitió aplicar los conocimientos adquiridos por las ingenieras durante su formación profesional en la industria turística que sobresale por su gran importancia económica en la región y en el pais.

El turismo en México es una actividad económica importante por el número de consumidores y divisas captadas (Arauco et al., 2022 como se citó en Cervantes et al., 2023), por ello, los servicios de hotelería son indispensables en la oferta de destinos turísticos; el estado de Chiapas cuenta actualmente con mil cien hoteles de entre uno y cinco estrellas (DATATUR, 2020), de ahí que, dada la importancia de los Hoteles en la región, es importante que estos cuenten con un servicio de calidad.

Los Sistemas de Gestión de la Calidad permiten a las empresas mejorar sus procesos internos mediante la implementación de diversas herramientas; en México la secretaria de Turismo (SECTUR) busca contribuir en la competitividad y en el fortalecimiento de los Sistemas de Calidad de las empresas turísticas mediante el Programa de Calidad Moderniza (Distintivo M) y el Distintivo H, mismos que además aumentan la satisfacción del cliente (López et al., 2019). El estándar de calidad Moderniza es un sistema de calidad que inició operaciones en el año 2002 dirigido a propietarios y directivos de Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Turísticas legalmente constituidas de distintos sectores, como lo son los Hoteles; este les permite incrementar los índices de rentabilidad y competitividad, con base en una forma moderna de dirigir y administrar una empresa turística, que, a su vez, le permitirán satisfacer las expectativas de sus clientes (SECTUR, 2023).

Para su implementación se requiere aplicar cuatro elementos: 1) Calidad Humana, 2) Satisfacción del cliente, 3) Gerenciamiento de rutina y 4) Gerenciamiento de mejora; cada uno de ellos tiene un objetivo a cumplir y una serie de técnicas que permiten lograrlo que se observan en la Tabla 1 (Ibáñez, 2011 y SECTUR, 2015).

Tabla 1. *Descripción de los elementos del sistema de calidad "MODERNIZA".*

ELEMENTO	CALIDAD HUMANA
OBJETIVO	Elevar la productividad y humanizar el trabajo
TÉCNICAS	Lenguaje básico y estructuras organizacionales Las 5's Liderazgo y desarrollo Humano
ELEMENTO	SATISFACCIÓN DEL CLIENTE
OBJETIVO	Clientes satisfechos
TÉCNICAS	Conocimiento del mercado Marketing Ventas y Desarrollo de Personal de Contacto
ELEMENTO	GERENCIAMIENTO DE RUTINA
OBJETIVO	Procesos eficientes y reducción de desperdicios
TÉCNICAS	Procesos y eliminación de desperdicios Estandarización Administración visual
ELEMENTO	GERENCIAMIENTO DE MEJORA
OBJETIVO	Desarrollar la capacidad para direccionar la empresa y ser cada día mejores
TÉCNICAS	Finanzas básicas Sistema de Información, Política Básica y Directrices PDCA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) y Rendición de Cuentas.

La Secretaría de Turismo en México otorga su máximo reconocimiento, el Distintivo M, a todas las empresas que implementen de manera exitosa la Metodologia Moderniza; el cual valida la adopción de mejores prácticas y las distingue como empresas Turisticas Modelo; con el proposito de incrementar el desarrollo de las empresas turisticas se crea el Distintivo M especializado y se conforma por 4 elementos: Direccionamiento de la empresa, administración y finanzas, comercialización y operaciones (SECTUR, 2023). El Distintivo M tiene una vigencia de dos años, período durante el cual se realizan visitas semestrales para verificar que la organización labora bajo los lineamientos del Programa donde el puntaje minimo a obtener es de 80/100 (López et al., 2019).

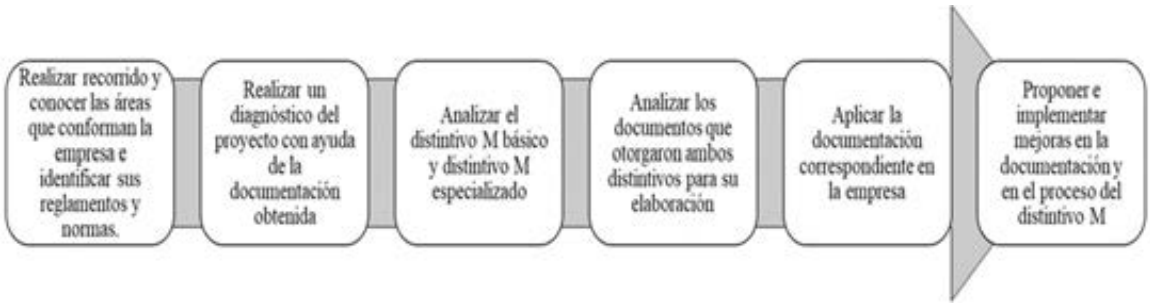
METODOLOGÍA

La definición de la metodología representa un aspecto esencial para el inicio de una investigación y el logro de los objetivos planteados; por ello, a continuación, se presenta la metodología empleada en la presente investigación.

Enfoque de la investigación: El estudio fue de tipo inductivo con un cuestionario como método de recolección de información. El cuestionario utilizado corresponde a una guía de implementación para obtener la certificación y se conformó por cada uno de los cuatro elementos que se consideran en la evaluación para su obtención; se analizó el caso particular de la empresa y sobre este se elaboraron las propuestas de mejora (Hernández et al., 2014).

Alcance de la investigación: El estudio fue de alcance explicativo por qué el interés se centró en analizar en qué condiciones se encuentra la empresa respecto a su Sistema de Gestión de la Calidad y en particular el Distintivo M; para ello se efectuaron las siguientes actividades Figura 1. (Hernández et al., 2014).

Figura 1. *Actividades realizadas para la renovación del Distintivo M en la empresa.*



Diseño de la investigación: El estudio fue de diseño no experimental ya que no hubo manipulación de las variables y se analizaron en su contexto natural para posteriormente evaluarlas; en este caso se evaluó el grado de implementación de cada uno de los elementos del distintivo y se actualizaron mediante la aplicación de cada una de las técnicas que incluyen (Hernández et al., 2014).

Unidad de análisis: La unidad de análisis fue una empresa con 123 empleados, cuya actividad laboral corresponde a la de servicios de Hotelería con otros servicios integrados, inició actividades el 30 de noviembre 1964. Cuenta con 97 habitaciones, de las cuales 24 son estándar, 50 de lujo, 10 Jr. y Master Suite, 10 Bungalow y 1 Suite presidencial; además de un restaurante que ofrece desayuno buffet, servicio a la carta y el Bar y un Centro Internacional de Convenciones (CIC).

Instrumento de recolección de datos: Para la recolección de datos se utilizó la guía de implementación que corresponde a la lista de verificación de los puntos del programa Moderniza; con ello se realizó el diagnóstico e identificaron los aspectos que la empresa requería actualizar, los formatos se muestran en las siguientes tablas.

En la Tabla 2 se presenta el elemento Calidad Humana y el desglose de las actividades que la empresa debe realizar en cada una de las técnicas que contiene (se presenta únicamente una por técnica a modo de ejemplo), el responsable de la ejecución, el tipo de evidencia documental, la frecuencia de aplicación, entre otros aspectos referentes a los datos de las empresas.

Tabla 2. *Formato de guía de implementación del elemento Calidad Humana.*

Guía de implementación						
Este documento será la guía de acciones a realizar durante todo el programa Moderniza. Las acciones mencionadas en esta guía corresponden a la Lista de Verificación Moderniza, documento con que es evaluada la empresa al inicio y al final del programa. Es decir, que si se implementan conforme a las sesiones no existirá problemas en acreditar exitosamente. Lo principal es no tener atrasos ni salirse del camino. Es importante mencionar que los formatos proporcionados son sugeridos y flexibles, es decir, pueden ser modificados y adaptados a las necesidades de la empresa de acuerdo con su grado de madurez. De modo que si la empresa ya cuenta con formatos propios equivalentes (que cumplan lo que se pide), son perfectamente válidos.						
Empresa:		Elaboró:		Fecha de inicio:		Fecha final:
N°	¿Qué?	¿Quién?	Evidencia documental (Formato de moderniza o equivalente)		¿Cuándo? Frecuencia de aplicación	Observaciones
			Clave	Nombre		
PREÁMBULO DE IMPLEMENTACIÓN						
1	Definición de los indicadores que serán monitoreados en el proceso de cambio. Cuadro de Mando Integral.			Cuadro de Mando Integral		
ELEMENTO 1: CALIDAD HUMANA						
Técnica 1. Lenguaje Básico y Estructuras Organizacionales						
Armar el plan para la implementación de la técnica 1, colocar acciones, responsables y fechas, (Plan 3W).		Calidad		Formato Plan 3W		
1	Establecer una matriz de responsabilidades con todos los involucrados en el proceso de cambio, para definir quién va a implementar cada una de las técnicas.	Calidad		Matriz de responsabilidades		
Técnica 2. Las 5 ´S						
Armar el plan para la implementación de la técnica 2, colocar acciones, responsables y fechas, (Plan 3W).		Calidad		Formato Plan 3W		
1	Capacitar al personal en las 5´S. Aplicar evaluación.	Calidad		Listas de Asistencia - evaluación Elemento 1 (EV-E1). Puede usarse como evidencia el material didáctico.		
Técnica 3. Liderazgo y Desarrollo Humano						
Armar el plan para la implementación de la técnica 3, colocar acciones, responsables y fechas, (Plan 3W).		Recursos Humanos		Formato Plan 3W		
1	Capacitar a los puestos de mandos altos y medios en el tema de liderazgo y desarrollo humano.	Recursos Humanos		Listas de Asistencia - evaluación Elemento 1 (EV-E1). Puede usarse como evidencia el material didáctico.		
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS			EV-E1	Evaluación del Elemento 1.		

En la Tabla 3 se muestran las técnicas y las actividades que la empresa debe cumplir en el elemento tres, satisfacción del cliente (se presenta únicamente una por técnica a modo de ejemplo). En la Tabla 4 se muestran las técnicas y las actividades que la empresa debe cumplir en el elemento tres, Gerenciamiento de Rutina (se presenta unicamente una por técnica a modo de ejemplo).

Tabla 3. *Formato de guía de implementación del elemento Satisfacción del Cliente.*

ELEMENTO 2: SATISFACCIÓN DEL CLIENTE						
Técnica 4. Conocimiento del mercado					¿Cuándo? Frecuencia de aplicación	Observaciones
Armar el plan para la implementación de la técnica 4, colocar acciones, responsables y fechas, (Plan 3W).		Ventas		Formato Plan 3W		
1	Definir los segmentos y nichos de mercado.	Ejecutivos de ventas, Front y Reservaciones				
Técnica 5. Desarrollo de Personal de Contacto						
Armar el plan para la implementación de la técnica 5, colocar acciones, responsables y fechas, (Plan 3W).		Recursos Humanos				
1	Definir quiénes son los colaboradores que están en contacto con el cliente.	Recursos Humanos				
Técnica 6. Marketing						
Armar el plan para la implementación de la técnica 6, colocar acciones, responsables y fechas, (Plan 3W).		Ventas		Formato Plan 3W		
1	Elaborar un diagnóstico de mercado.	Ventas, Front y Restaurante				
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS			EV-E2	Evaluación del Elemento 2.		

Tabla 4. *Formato de guía de implementación del elemento Gerenciamiento de Rutina.*

ELEMENTO 3: GERENCIAMIENTO DE RUTINA						
Técnica 7. Procesos y eliminación de desperdicio					¿Cuándo? Frecuencia de aplicación	Observaciones
Armar el plan para la implementación de la técnica 7, colocar acciones, responsables y fechas, (Plan 3W).		Calidad		Formato Plan 3W		
1	Elaborar un mapa de Macro procesos del negocio	Calidad		Mapa de Macro procesos, o diagrama equivalente		
Técnica 8. Estandarización del Proceso						
Armar el plan para la implementación de la técnica 8, colocar acciones, responsables y fechas. (Plan 3W)		Calidad		Plan 3W		
1	A nivel de empresa identificar las rutinas o procesos que son prioridad para estandarizar.	Calidad		Listado de procesos viables para estandarizar.		
Técnica 9: Administración visual						
Armar el plan para la implementación de la técnica 9, colocar acciones, responsables y fechas. (Plan 3W)		Gerente administrativo		Formato Plan 3W		
1	Definir los indicadores de las UGB´s que serán expuestos de manera visual.	Gerente administrativo		Indicadores y responsables. Definición de UGB		
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS			EV-E3	Evaluación del Elemento		

En la Tabla 5 se muestran las técnicas y las actividades que la empresa debe cumplir en el elemento cuatro, Gerenciamiento de Mejora (se presenta unicamente una por técnica a modo de ejemplo).

Tabla 5. *Formato de guía de implementación del elemento Gerenciamiento de Mejora.*

ELEMENTO 4: GERENCIAMIENTO DE MEJORA						
Técnica 10. Sistema de Información y Análisis Financiero					¿Cuándo? Frecuencia de aplicación	Observaciones
Armar el plan para la implementación de la técnica 10, colocar acciones, responsables y fechas. (Plan 3W)		Calidad		Formato Plan 3W		
1	Diseñar un sistema de información con los indicadores del negocio. Pueden considerarse los usados por UGBs.	Ventas, Front, Restaurante, Contabilidad, Calidad y recursos humanos		CMI, Documento o software con el Sistema de información		
Técnica 11. Política Básica y Directrices						
Armar el plan para la implementación de la técnica 11, colocar acciones, responsables y fechas. (Plan 3W)		Gerente administrativo, calidad.		Formato Plan 3W		
1	Establecer y aprobar por la dirección la Política Básica del Negocio definiendo Misión, Visión y Valores.	Gerente administrativo		Política básica		
Técnica 12. PDCA y Rendición de Cuentas						
Armar el plan para la implementación de la técnica 12, colocar acciones, responsables y fechas. (Plan 3W)		Calidad		Formato Plan 3W		
1	Completar esta guía de implementación con el responsable y la fecha de ejecución de las acciones.	Calidad		Guía de implementación		
EVALUACIÓN DE CONOCIMIENTOS			EV-E4	Evaluación del Elemento 4. Gerenciamiento de mejora		

Procedimiento de análisis de la información: La lista de verificación presentada en las tablas anteriores permitió realizar el diagnóstico de la empresa; se realizaron las actividades que la empresa no cumplia y se procedió a realizar los diagramas, formatos, programas y/o capacitaciones correspondientes, los cuales se describen en el apartado de resultados.

RESULTADOS

El diagnóstico permitió realizar implementaciones de mejora en cada una de lás areas de la empresa (gerencia, contabilidad, ama de llaves, front, ventas, almacen, cocina, restaurant, mantenimiento, vigilancia y recursos humanos. Se realizó el Plan 3W (Plan que describe ¿Qué se realizará?, ¿Quién lo realizará? y ¿Cuándo lo realizará?) para cada una de las técnicas; la matriz de responsabilidades y su formato de evidencias.

El resultado del diagnóstico mostró la necesidad de definir y/o actualizar los siguientes procedimientos, formatos y/o mediciones: Evaluación del desempeño por colaborador, cuadro de desempeño de colaborador destacado, insignia representativa, política de evaluación del desempeño, constancia de colaborador destacado, descripción de puestos, evaluación líder PAEI (productor, el administrador, el empresario y el integrador), nivel de

desarrollo de colaborador, segmentación del mercado front, traducción de necesidades, diferenciación del producto ampliado, estándar de postura de atención, evaluación de personal de contacto, identificación de desperdicios o mudas, receta estándar, tablero de administración visual, calendario de cumpleaños, evaluación de análisis financiero, evaluación de política básica y directrices, FODA de la empresa, directrices de recursos humanos, nichos de segmentación, encuestas de restaurant bar, estrategia para la creación de cultura, formato de cuidado del medio ambiente, manual de procedimientos de benchmarking y lienzo estratégico.

Se realizó la actualización de cada uno de los requisitos enlistados previamente y con el propósito de presentar la documentación actualizada se han seleccionado los siguientes, en la Tabla 6 se presenta el análisis FODA realizado para la empresa correspondiente a uno de los resultados obtenidos del diagnóstico; a partir de ello y al ser un FODA cruzado se diseñaron las estrategias presentadas en la Tabla 7.

Tabla 6. *Análisis FODA de la empresa.*

ANALISIS FODA		
SITUACIONES INTERNAS	**Internas**	**Debilidades**
	Fortalezas lo que la empresa hace bien	Aquello en lo que tenemos desempeño deficiente o carencias
	1. Disposición de personal para trabajar en equipo	1. Pocos atractivos turísticos
	2. Privacidad	2. Lejos de la ciudad
	3. El hotel está rodeado de áreas verdes mostrando un agrado visual	3. Planeación de proyectos y fechas acordadas
	4. Buen prestigio e imagen en la zona de Tapachula	4. Rotación de personal en los departamentos
SITUACIONES EXTERNAS	**Oportunidades**	**Amenazas**
	Factores externos que podrían ser aprovechados en nuestro favor	Factores externos que pueden ser un peligro o un inconveniente, que nos afectan
	1. Capacitaciones a todos sus empleados	1. Incremento de la competencia
	2. Áreas de recreación	2. La demanda turística en fechas festivas
	3. Ubicación	3. Precios más accesibles en la competencia
	4. Aparición de nuevos nichos de mercado	

Tabla 7. Estrategias diseñadas para la empresa a partir del análisis FODA.

Estrategias FA	**Estrategias DA**
F3-A1 Aprovechar la buena ubicación estratégica de privacidad de la naturaleza para disminuir la ventaja competitiva	D3-A1 Elaborar proyectos estratégicos para ser más eficientes que la competencia y así brindar un mejor servicio para contrarrestar la competencia.
Estrategias FO	**Estrategias DO**
F5-O4 Crear fidelidad en los nuevos nichos de mercado y conformidad, así brindarles un mejor trato.	D2-O3 Ofrecerles a los clientes tener una estancia con más tranquilidad, ya que al tener una ubicación alejada le dará al cliente más privacidad.

Así mismo, se brindó información a los colaboradores de las 5´S, el cómo aplicarlas en el área de trabajo y se realizó una evaluación final de los avances de cada área de trabajo por departamento, al cierre se obtuvieron los resultados presentados en la Figura 2, en ella

podemos observar que el área de gerencia y restaurante tienen un mayor porcentaje de implementación un un 98%, seguida de mantenimiento y ventas ejecutivo con un 97%, Front con 91%, ama de llaves y contabilidad con 90%, posteriormente almacén con un 86%, administración de ventas 84%, recursos humanos con 83%, cocina con 80% y finalmente vigilancia con 70%; con ello la empresa puede identificar las áreas que requieren reforzar el programa para mejorar su servicio como lo es vigilancia, cocina, recursos humanos y administración de ventas y almacén que cuentan con porcentajes menores a 90%.

Figura 2. *Porcentaje de implementación del programa de 5S en la empresa.*

Se realizó un diagrama de flujo por cada procedimiento de centro de consumo y una vez realizadas las actualizaciones y programas, la empresa obtuvó la certificación del Distintivo M, lo cual le genera una mejor posición ante sus competidores y le permite brindar una mejor atención al cliente. Actualmente la empresa cuenta tambien el Distitntivo M especializado con lo cual, la empresa se encuentra en mejores condiciones de brindar un mejor servicio y atención a su cliente.

CONCLUSIONES

Con el diseño e implementación del Sistema de Gestión de Calidad Moderniza la empresa en estudio logró obtener el Distintivo correspondiente y con ello se posiciona como una empresa más competitiva en la región y pasa a ser un atractivo más para los visitantes de la zona, con el reconocimiento otorgado por la Secretaría de Turismo del país la empresa ofrece garantía de servicios de calidad. Así mismo, se pudo observar que contar con este tipo de reconocimientos se obtienen ventajas para las empresas como una mayor organización en sus procesos, mayor reconocimiento al trabajo de los empleados, mayor calidad en los procesos, mejor conocimiento de las necesidades del mercado y posicionamiento frente a la competencia.

El Distintivo M permite a las empresas turísticas fortalecer la gestión de sus procesos y contribuye en la mejora o aumento de su productividad y competitividad, ya que todas las empresas que lo obtienen son destacadas como empresas modelo. En definitiva, las empresas con intenciones de implementar modernización y mejorar la eficiencia en sus procesos deben iniciar el diseño e implementación del sistema de gestión de calidad Moderniza.

Así mismo, se concluye que la enseñanza de la ingeniería de calidad que comprende temas relacionados con las normativas laborales, certificaciones y procedimientos internacionales en los estudiantes de ingeniería es indispensable y pertinente en su formación profesional, ya que les dota de herramientas que les permiten optimizar productos y procesos industriales, así como realizar estudios en las organizaciones y dar solución a los problemas que presentan en su interior de manera eficiente; los resultados obtenidos pusieron de manifiesto que las herramientas aplicadas permiten obtener resolver problemáticas y posicionar a las empresas en un ambiente competitivo.

BIBLIOGRAFÍA

Cervantes, L., Ultreras, A., Sánchez, V. y Soledispa, B. (2023). Turismo y actividad económica estrátegica para el desarrollo local en México. *DEBE-HABER Revista Científica, 1*(2), 75-86.

Cruz, F., López, A. y Ruiz, C. (2017). Sistema de gestión ISO 9001-2015. *Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+D, 17*(1), 59-69.

DATATUR. (2020). *Programa de Monitoreo Hotelero DataTur.* Recuperado el Siete de Noviembre de 2024, de https://datatur.sectur.gob.mx/ITxEF/ITxEF_CHIS.aspx

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). México: Mc Graw Hill.

Ibáñez, R. (2011). Diagnóstico de la calidad y competitividad del sector turístico en México. *Cuadernos de Turismo, 28*, 121-143.

López, M., Genaro, M., Fabian, G. y Cortes, E. (2019). Evaluación del impacto de la implementación de los Sistemas de Gestión de Calidad en las empresas turísticas del Estado de Guerrero para medir la competividad. *Foro de estudios sobre Guerrero, 7*(1), 805-814.

SECTUR. (2015). *Secretaria de Turismo. Sistema de Gestión Moderniza.* Recuperado el Siete de Noviembre de Dos mil veinticuatro, de https://www.turismo.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Distintivos/Presentacion%20Moderniza%202017.pdf

SECTUR. (2023). *Secretaria de Turismo. Estándar de Calidad Moderniza.* Recuperado el Siete de Noviembre de Dos mil veinticuatro, de https://www.gob.mx/sectur/programa-de-calidad-moderniza

EL CONSTRUCTIVISMO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y SU EFECTO GLOBALIZADOR EN INGENIERÍA

CONSTRUCTIVISM IN HIGHER EDUCATION AND ITS GLOBALIZING EFFECT IN ENGINEERING

R. I. Hernández Molinar[1]
F. Oviedo Tolentino[2]
J. C. Arellano González[3]
V. Hernández García[4]

RESUMEN

Este estudio fue realizado para hacer una revisión y un análisis del efecto que tiene la incorporación de herramientas de vanguardia y métodos de enseñanza modernos en cursos que se ofrecen en la enseñanza de la ingeniería ante la influencia de la globalización. El estudio tiene como premisa que la educación en ingeniería debe considerar nuevos paradigmas de enseñanza aprendizaje ante avance de la ciencia y tecnología y las diferentes aplicaciones para el diseño e implementación en sistemas de manufactura de bienes y/o servicios. Además, las empresas tienden a reclutar y retener a aquellos que tienen la capacidad para interactuar e insertarse en una sociedad global muy competitiva. Se ha empleado una metodología basada en la documentación, revisión y análisis de registros clave; la cual que permite plantear de manera cualitativa, propuestas que pueden ser de ayuda para los profesores y autoridades de las instituciones de educación superior. Además, se incorpora un enfoque constructivista basado en el aprendizaje activo empleando el Portafolio Electrónico, Registros de Aprendizaje y estrategias didáctico pedagógicas; que se espera tenga un efecto significativo en la formación académica de los estudiantes y por añadidura, cuando se incorporen en el mercado laboral que está inmerso en una economía globalizada.

ABSTRACT

This study was conducted to review and analyze the effect of incorporating cutting-edge tools and modern teaching methods in engineering courses under the influence of globalization. The study is based on the premise that engineering education must consider new teaching-learning paradigms in the face of the advancement of science and technology and the different applications for the design and implementation of manufacturing systems for goods and/or services. In addition, companies tend to recruit and retain those who have the ability to interact and insert themselves into a highly competitive global society. A methodology based on documentation, review and analysis of key records has been used; which allows qualitative proposals to be made that may be helpful to teachers and authorities of higher education institutions. In addition, a constructivist approach based on active learning is incorporated using the Electronic Portfolio, Learning Records and didactic-pedagogical strategies; which is expected to have a significant effect on the academic training of students and, in addition, when they enter the labor market that is immersed in a globalized economy.

ANTECEDENTES

Si consideramos que el progreso de la ingeniería depende de los avances de la ciencia y la tecnología, e incide en el desarrollo de la economía de una sociedad; es clara la importancia de la calidad de los sistemas educativos que forman ingenieros; es decir es evidente que la

[1] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. raul.hernandez@uaslp.mx
[2] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. francisco. oviedo@uaslp.mx
[3] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. carlos.arellano@uaslp.mx
[4] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. vicente.hernandez@uaslp.mx

educación en ingeniería está directamente ligada al progreso de los países. Asimismo, se observa que el fenómeno de la globalización está influyendo en la forma de enseñar en ingeniería y los educadores deben tomar en cuenta nuevos desafíos (Drucker, 2001).

Los sistemas educativos en México y en todo el mundo no están exentos de la influencia que tiene el fenómeno de la globalización. Los estudiantes de ingeniería se incorporan a programas educativos en los que adquieren conocimientos que se han estado generando a partir de los avances científicos y tecnológicos y no es posible negar que los procesos de formación de los futuros egresados requieren insertar estrategias de enseñanza innovadoras, creativas y efectivas. La enseñanza de los contenidos considera la creciente demanda de expertos preparados para enfrentar los desafíos generados por el desarrollo de los nuevos paradigmas que la nueva sociedad internacional exige. Una sociedad en constante cambio requiere de una educación con un alcance que rebase las propias fronteras (Carnoy, 2005).

Es importante comprender que la educación en un mundo global está estrechamente relacionada a un enfoque constructivista. En el ambiente académico de las escuelas de ingeniería no se debe perder de vista que el desarrollo efectivo del conocimiento está fundamentado en procesos de aprendizaje para que el estudiante aprende activamente y logre internalizar, entender y adquirir lo que en un futuro podrá utilizar para dar solución a problemas con cierto grado de complejidad (Borrego, y Bernhard, 2011). El constructivismo, establece que los estudiantes tienen un papel activo durante el proceso de construcción del conocimiento, así como en el descubrimiento y la exploración de las relaciones entre lo que se observa y lo que planea.

Un tema que se encuentra vigente en la agenda de la educación superior en el siglo veintiuno se relaciona con la formación holística de los estudiantes de ingeniería. Este consiste en considerar que su proceso de formación debe asumir que, sus habilidades y actitudes como futuros profesionistas, juntamente con sus valores y virtudes como seres humanos, forman parte de un capital que los empleadores consideran como parte del perfil de su perfil de egreso al concluir sus estudios.

El constructivismo en educación superior, como paradigma de enseñanza, es una herramienta que ha aportado elementos conceptuales relevantes en metodologías de enseñanza que permite diseñar espacios académicos basados en la interactividad con los estudiantes en procesos de enseñanza aprendizaje (Collins, 2008). Es una herramienta pedagógica que motiva el aprendizaje independiente para promover la internalización del conocimiento y asegurar que el aprendiz recuerde y aplique lo que ha aprendido en cualquier momento (Newportand y Elms, 1997).

En la actualidad, el proceso de formación en el que se encuentran inmersos los estudiantes de ingeniería no se enfoca solamente en la formación académica del egresado; ahora se requiere asegurar que los estudiantes actúen como profesionistas que tienen la capacidad para interactuar en grupos de trabajo interdisciplinarios (Newportand y Elms, 1997); sobre todo, si se considera la importancia que tiene la necesidad de considerar una educación globalizada Se ha observado que, al utilizar el constructivismo en educación superior, los estudiantes desarrollan un nivel de compromiso hacia la adquisición de conocimiento mediante el aprendizaje basado en la argumentación, la aplicación de un pensamiento crítico, la

objetividad, la observación, y la cooperación con equipos de alto desempeño para generar propuestas que tengan un efecto positivo (Alt, 2016). La aplicación de la pedagogía constructivista facilita que el instructor proponga medios de comunicación que coadyuvan para que aprendizaje sea realmente efectivo.

Es importante considerar que el constructivismo puede ser un factor que impulsa el proceso de enseñanza aprendizaje hacia la consecución de un proyecto en el cual se emplea la información que el estudiante ha comprendido; en forma tal que le permite desarrollar habilidades para concretar y dar solución a situaciones complejas (UNESCO, 2016). Mediante el constructivismo, el aprendiz construye un ecosistema en el que interactúa socialmente (Vygotsky, 1978); esto significa que aparece la posibilidad de establecer comunicación con redes físicas o virtuales que proporcionan soporte durante el proceso de aprendizaje.

La aplicación del constructivismo en metodologías de enseñanza requiere tomar en cuenta la importancia de mantener la atención del aprendiz y diseñar tareas que faciliten el logro del objetivo, mediante actividades que reflejen la aplicación de aquel conocimiento significativo que tenga un impacto cognitivo en el que aprende, además de que demuestre la aplicación efectiva. El constructivismo se centra en el aprendizaje de conocimientos medulares, de manera que éstos se implementen después de haber realizado una reflexión profunda que genera la decisión de aplicar lo que se considera apropiado y pertinente por parte de quien está aprendiendo.

Un enfoque constructivista hace énfasis en la interacción social requerida para alentar la participación, la discusión y la cooperación entre los integrantes de equipos de trabajo en el que se genera un aprendizaje significativo. Este enfoque permite que los estudiantes conversen y compartan ideas y proyectos individuales que pueden convertirse en proyectos dar respuesta a problemas complejos o abonen para producir innovación y/o soluciones inteligentes en beneficio de la sociedad. Al considerar el diseño y aplicación de actividades didácticas, el constructivismo permite asegurar que los aprendices generen propuestas para dar solución a problemas reales con base en un aprendizaje significativo; se espera que este enfoque desarrolle competencias que son necesarias para la interactividad de los involucrados (Hernández Molinar et al, 2015) y que son fundamentales para que se logre la aceptación y la adaptación por parte de los egresados

En la actualidad, los egresados de ingeniería requieren demostrar cualidades que los identifican como personas sensibles a lo que ocurre en su entorno, con habilidades para relacionarse, para comunicarse de manera efectiva, para descubrir las capacidades de los demás, para reconocer cuándo y cómo actuar en el marco de la ética sin perjuicio de la dignidad de los seres humanos que le rodean; es decir, se trata un proceso constructivista que aspira a formar profesionistas líderes con un carisma humano que los identifica como egresados articulados y bien preparados técnica y socialmente para convivir en un ambiente de armonía, paz y buena voluntad con los que le rodean tanto en su círculo social, como profesional.

Este trabajo propone la generación de un ambiente de aprendizaje que se fundamenta en el constructivismo y considera que se deben tener claro dos conceptos; uno que se refiere a la

manera en que se transmiten los contendidos por parte del instructor en el aula (física o virtual) y otro que se asocia al proceso para internalizar un capital humano útil y pertinente. Para lograrlo, se observa el compromiso del instructor para implementar actividades didácticas que generen un efecto en el estudiante que refleje una mayor sensibilidad para cooperar, interactuar y colaborar con sus compañeros (Omotayo y Adeleke, 2017).

Se ha considerado que los estudiantes que se incorporan a la Facultad de Ingeniería en este milenio forman parte de una nueva generación que se caracteriza por el empleo de tecnologías y medios didácticos que han evolucionado y que se han convertido en herramientas útiles que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje. Esto ha generado la necesidad de replantear la manera en que se enseña en educación superior de ingeniería, de tal forma que el instructor tiene el desafío de rediseñar las actividades docentes, tratando de incorporar nuevas estrategias que consideren los aspectos modernos que ofrece la tecnología de vanguardia, los nuevos dispositivos de comunicación, aplicaciones computacionales y métodos de enseñanza modernos.

En este estudio se ha considerado la aplicación de los elementos descritos, en el curso de Control de Calidad, el cual se ofrece en la Facultad e Ingeniería de la UASLP. En el estudio participan tres instructores, quienes tienen una idea clara del efecto que tiene la aplicación de los conceptos que caracterizan el constructivismo como paradigma de enseñanza. El estudio aborda una temática que tiende a ser muy apropiada en la construcción de ambientes relacionados con la enseñanza de la ingeniería. El estudio se realiza en el marco de un proceso de mejora continua que está alineado al plan de desarrollo de la Facultad, con el objetivo de aportar

El trabajo ha sido realizado para motivar la revisión y el análisis de aspectos teóricos del empleo del constructivismo como piedra angular en el diseño de actividades pedagógicas en contextos de educación en ingeniería y la globalización; esto ha conducido a la revisión del perfil de los estudiantes que se incorporan a la educación superior para realizar estudios de ingeniería y el posible efecto que tiene su aplicación en cursos que emplean técnicas estadísticas que generan resultados que impactan en la toma de decisiones.

Se trata de incorporar elementos sugeridos por el constructivismo y documentar el proceso; considerando el efecto que tiene éste en el diseño e implementación de actividades que caracterizan a procesos de enseñanza que no son convencionales y que asumen la participación activa de los estudiantes (Hernández Molinar, et al, 2015); quienes son guiados por un instructor. Además, se analizan los resultados y se establecen algunas conclusiones derivadas de una intervención pedagógica planeada y cuidando la operacionalización de los principios del constructivismo.

METODOLOGÍA

La metodología empleada hace uso de un enfoque prospectivo y observacional basado en un diagnóstico previo. La metodología sugiere interpretar, articular y analizar pertinentemente la información que los estudiantes comparten en los Registros de Aprendizaje y las evaluaciones periódicas realizadas por los instructores durante el tiempo de duración del curso.

Es importante mencionar que, antes de iniciar el proceso de intervención, los instructores realizan un diagnóstico con base en un cuestionario que permite revisar y analizar el perfil de los estudiantes que participan en el estudio; los resultados permiten determinar los antecedentes académicos y personales. Al iniciar el semestre, los instructores presentan los contenidos del curso para asegurar el éxito del proceso de intervención. Se asume, que al poner en práctica este tipo de iniciativas didácticas basadas en el constructivismo, es posible asegurar un aprendizaje efectivo.

Los Registros de Aprendizaje (Learning Logs, en inglés), son documentos personales de los estudiantes, que permiten llevar a cabo una reflexión personal acerca de su aprendizaje y brindan la oportunidad de evaluar su rendimiento académico (Friesner and Hart, 2005); estos son desarrollados por los estudiantes durante el semestre. El trabajo aborda algunos aspectos relacionados con el empleo un medio de comunicación eficiente, el Portfolio Electrónico (E-Portfolio) que ayuda al instructor a mejorar la comunicación con sus estudiantes; además, trata de revisar cómo puede generar una propuesta para mejorar la eficiencia del proceso de enseñanza aprendizaje en ingeniería ante la inevitable presencia de la globalización.

El Portafolio Electrónico es un instrumento útil que brinda un soporte a las actividades diseñadas. El Portafolio Electrónico tiene una gran utilidad como medio de comunicación y/o evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje (Parkes et al, 2013). Hay que considerar que el avance de la tecnología ha permitido el empleo procesos de enseñanza que inciden directamente en la efectividad del proceso de enseñanza, en donde el instructor es responsable de diseñar los contenidos, la metodología, la evaluación y procesos de comunicación efectiva con los estudiantes.

En este trabajo, el Portafolio Electrónico es empleado como contenedor digital de materiales didácticos, apuntes, presentaciones, agendas, videos, entrevistas, archivos con listas de calificaciones, exámenes, debates, registros de aprendizaje, etcétera, que generan la posibilidad de crear un ecosistema de aprendizaje moderno que permite organizar, almacenar y compartir un ambiente de aprendizaje que resulta motivador y que promueve la participación activa y efectiva de los estudiantes. Además, el Portfolio Electrónico es de utilidad para que sea el propio estudiante quien gestione su proceso de enseñanza aprendizaje, Se ha observado que brinda soporte tanto en procesos pedagógicos como en procesos de evaluación.

Es posible mencionar que el Portafolio Electrónico resulta ser un medio importante para que el estudiante auto regule su proceso de aprendizaje sin tener que depender plenamente del instructor; su empleo permite planear, monitorear y ajustar los procesos que dependen de las actividades que cada estudiante realiza (Gomez, 2004). Se ha encontrado que el Portfolio Electrónico resulta ser un generador de grupos que son promotores y motivadores dentro del grupo de aprendices, lo cual permite desarrollar capacidades para planear, monitorear y evaluar los objetivos que se planean durante el transcurso del proceso (O'Keeffe and Donnelly, 2013). Se debe mencionar que cuando la teoría constructivista se aplica, el instructor tiene un rol que lo compromete como facilitador y moderador del proceso, una vez que el grupo de aprendices ha comprendido que el E-Portfolio es útil y que puede emplearse como una herramienta disponible en cualquier momento.

Los objetivos de aprendizaje, sobre todo en educación de la ingeniería, se relacionan directamente con el logro de metas que son demostrables por parte del estudiante (Daugherty et al, 2008); permiten mostrar de manera tangible lo que saben hacer y el conocimiento adquirido, pero también los valores o virtudes que fortalecen su propio comportamiento como futuro profesionista en en el marco de la ética, cuando se incorpora al mercado laboral y a la propia sociedad. Un reto importante de este trabajo consiste en observar experimental y cualitativamente, con base en los resultados obtenidos, si algunos objetivos de aprendizaje como los que se mencionan en la Tabla 1, pueden ser considerados como factores que inciden en el proceso de enseñanza aprendizaje de estudiantes de educación superior y que aseguran la internalización de los conocimientos cuando se utilizan herramientas de vanguardia que están disponibles en la enseñanza de la ingeniería.

Tabla 1. *Objetivos de Aprendizaje relacionados con habilidades suaves.*

a) Alcanzar una motivación para aprender continuamente,
b) Tener un enfoque hacia el logro de metas concretas, enriquecer la sensibilidad ante la posibilidad de competir (Haynes y Proitz, 2016),
c) Desarrollar y/o fortalecer la capacidad para conducir equipos de alto desempeño en su área de especialidad,
d) Desarrollar y/ fortalecer la capacidad para tomar decisiones que trasciendan, análisis e interpretación soluciones a problemas,
e) Desarrollar y/o fortalecer la capacidad de adaptación ante situaciones de riesgo, etcétera;

Se generan y se muestran resultados del análisis de registros del aprendizaje desarrollados por los estudiantes que cursan la materia. Estos registros de aprendizaje se consideran herramientas de evaluación que muestran el producto de las reflexiones que realizan los estudiantes durante el proceso de enseñanza aprendizaje; ellos van describiendo su experiencia y su forma de percibir los productos del aprendizaje. El registro de aprendizaje es empleado por el instructor con un enfoque hacia la evaluación de la efectividad de las actividades que ha diseñado. Es evidente que presentan una estructura diferente a la que muestra el producto de una evaluación tradicional basada en métodos objetivos, tangibles y cuantitativos.

En este trabajo se realizó el análisis de los resultados al emplear un paradigma de enseñanza constructivista, activo y moderno; con base en la aplicación de herramientas tecnológicas centradas en el contenido del Portfolio Electrónico y en el análisis de la información de los registros de aprendizaje elaborados por los estudiantes que se inscribieron en el curso. Se documentan los resultados obtenidos, a partir de la revisión de los registros de aprendizaje elaborados por los estudiantes. Estos registros fueron redactados y reportados parcialmente de manera progresiva a través del semestre, después de realizar cada examen parcial y se almacenan en el Portfolio Electrónico para ser evaluados por el instructor. El instructor evalúa los registros de aprendizaje y desarrolla un diario personal que es de utilidad para hacer cambios en el desarrollo de las actividades docentes planeadas previamente, en caso de ser necesario.

Durante el proceso, se espera que los estudiantes se den cuenta de la importancia de desarrollar habilidades blandas que permiten fortalecer la formación los estudiantes de ingeniería:

a) Capacidad para adaptarse con rapidez y enfrentar las demandas que presenta un mundo que cambia constantemente;
b) Habilidad para aprender y resolver cualquier situación que se presente.
c) La creatividad y la innovación para proponer alternativas basadas en la generación de nuevos conocimientos.

RESULTADOS

En este trabajo se documenta la experiencia obtenida a la luz de un enfoque constructivista y se han observado efectos positivos en los estudiantes; a continuación, se presenta una Tabla 2, la cual muestra el producto de la observación realizada, al terminar el semestre:

Tabla 2. *Resultados observados en los estudiantes, al terminar el semestre.*

Se observa cuando entienden que tienen la responsabilidad de llevar a cabo actividades que resultan ser innovadoras, creativas y de utilidad,
Se dan cuenta de que no basta con leer o escuchar a su instructor, sino que también tienen las tareas de aprender, de aplicar, evaluar y algo que resulta ser de gran valor,
Se desarrolla un pensamiento crítico y cierta capacidad de argumentación que reditúan en proyectos que tienen aplicación exitosa en el mundo real.
Tienden a superar dificultades al encontrarse con problemas complejos, pues se desarrolla su capacidad para enfrentar la incertidumbre, la sorpresa, la ansiedad, etcétera; lo que reditúa en la generación de propuestas para dar solución a problemas,
Se observa un incremento en la capacidad para discernir y entender a través de procesos de análisis y síntesis.

El análisis derivado de la revisión cuidadosa de los Registros de Aprendizaje desarrollados por los estudiantes durante el transcurso del semestre y el Registro de Aprendizaje final elaborado una vez que presentaron su examen final; muestra un escenario optimista y revelador. Se observa que, aunque se ha aplicado un método cualitativo, se puede establecer que los resultados de este trabajo pueden cooperar para la generación de estrategias didácticas que promuevan la inclusión del Portafolio Electrónico y herramientas propuestas desde una perspectiva constructivista. Se puede concluir que el enfoque constructivista en el proceso de aprendizaje del estudiante de ingeniería tiene efectos que permiten justificar beneficios que convergen en su formación, antes de egresar del programa. La Tabla 3 muestra que los estudiantes que participaron en este estudio han logrado incorporar habilidades que serán de utilidad en el ejercicio de su vida profesional.

Tabla 3. *Habilidades observadas en los grupos que participaron en el estudio.*

Se observa una tendencia hacia el aprendizaje activo de contenidos
El desarrollo exitoso de proyectos relacionados con la ingeniería,
Se observa una motivación hacia el aprendizaje continuo y permanente
Capacidad para la reflexión y generación de ideas innovadoras,
Un interés por participar e interactuar en grupos que se caracterizan por su talento, liderazgo
Iniciativa para emprender y dar solución a problemas complejos

El instructor actúa como una referencia académica importante y el grupo de estudiantes lo observa como un líder y facilitador de un proceso de enseñanza que utiliza herramientas tecnológicas y de vanguardia; esto trae como consecuencia que el instructor atraiga constantemente la atención del grupo y que genere buenas expectativas al iniciar un tema que no es familiar para ellos. Ellos, los estudiantes se dan cuenta de que van construyendo el conocimiento de manera activa, progresiva y en paralelo, se dan cuenta de que es posible desarrollar proyectos que pueden ser funcionales en la vida real.

Asimismo, también se debe mencionar que el estudiante que se incorpora a la Facultad de Ingeniería en este nuevo milenio, presenta una resistencia natural a la dependencia, la cual ha sido desarrollada en su vida familiar al convivir con sus padres y/o hermanos, la cual se refleja en un comportamiento que tiende a manifestarse cuando el instructor supervisa las tareas pedagógicas en el proceso de enseñanza, pues no desean mostrar debilidad o sentirse protegidos ante la incertidumbre o ante el fracaso. También se debe mencionar que este tipo de estudiantes tienen un interés especial en mostrar que tienen la capacidad para conseguir sus objetivos y tratan de demostrar que son exitosos. En este sentido, el trabajo muestra que es posible diseñar actividades mediante herramientas didácticas que hagan uso de nuevas tecnologías y medios de comunicación en las aulas presenciales o virtuales.

El registro sistemático del aprendizaje permite desarrollar en el estudiante un proceso de reflexión que tiende a promover de manera sistémica que el estudiante se motive y presente una actitud proactiva hacia el estudio de los temas que el instructor presenta en las sesiones de trabajo. El estudiante se da cuenta que cuando se trata de describir, registrar y compartir conocimientos y experiencias formalmente con el instructor, es él mismo quien establece un compromiso individual, basado en el sistema axiológico personal que se encuentra en proceso de formación mientras se encuentra estudiando su carrera.

Los grupos de trabajo, al emplear un enfoque constructivista muestran evidencia de que interactúan entre ellos y con el instructor para comprender e internalizar los contenidos que se exponen en el curso; esta interacción promueve un ambiente social que beneficia la relación entre los principales involucrados e incide directamente en su capacidad para comunicarse, sobre todo cuando tienen la necesidad de realizar proyectos colaborativos en equipo.

Los resultados basados en el aprendizaje activo y en el empleo de tecnologías de comunicación apropiadas, muestran que los estudiantes desarrollan actividades individuales

y grupales en las cuales tienden a enriquecer la creatividad y el pensamiento crítico; es decir, buscan fundamentar sus decisiones en hechos tangibles o investigaciones previas, hacen comparaciones viables y pertinentes mediante juicios de valor que consideran las opiniones de los participantes. Además, participan inteligentemente en debates, comparten sus opiniones y puntos de vista acerca de temas revisados previamente, colaboran para determinar conclusiones basadas en el análisis estricto de hechos y situaciones observadas.

El empleo de un enfoque basado en el constructivismo, el Portfolio Electrónico y la redacción de registros de aprendizaje en el diseño e implementación de estrategias didácticas en cursos del área de ingeniería, genera un enfoque de confianza y deseos de aprender en los estudiantes; tal vez al darse cuenta de que son tomados en cuenta tanto al interior del equipo, como por parte del instructor; quien siempre demuestra que ha estado revisando las reflexiones generadas durante el semestre. Cuando el estudiante percibe que está siendo observado y escuchado comprende que debe haber reciprocidad y que el objetivo del aprendizaje debe cumplirse.

Los resultados encontrados ayudan a reconocer que el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería tiende a mejorar cuando el estudiante se ha dado cuenta que se construye una red social en la que aparece la interacción humana basada en la responsabilidad individual que se percibe en los involucrados, quienes se muestran solidarios y cooperan, para facilitar el proceso de enseñanza y lograr cumplir con los objetivos de aprendizaje planteados al iniciar cada curso. Además, el estudiante se da cuenta de que sus hábitos de estudio se ven modificados positivamente porque ahora es considerado como parte de un grupo proactivo cuyo propósito es aprender y demostrar que es viable poner en práctica lo que se aprende.

El trabajo de investigación considera que se trata de implementar acciones en grupos de estudiantes que se caracterizan por haber nacido en el nuevo siglo; los resultados obtenidos muestran que existe una buena aceptación por parte de ellos cuando se emplea esta combinación basada en el constructivismo y herramientas de comunicación de vanguardia. Los resultados muestran evidencia de que ellos se sorprenden favorablemente cuando el instructor hace uso de elementos didácticos que son familiares para ellos, como son los medios de comunicación, la evaluación en línea, videos actualizados, grupos de trabajo en línea, los foros de discusión y los mecanismos de retroalimentación que se encuentran en el Portfolio Electrónico.

Ellos aprecian la flexibilidad del instructor para emplear herramientas didácticas, la comunicación oportuna, las actividades orientadas a compartir información y experiencias previas. Asimismo, los resultados observados muestran que los estudiantes tienden a apreciar con mayor claridad la importancia de aprender de manera autónoma y por cuenta propia, lo que propicia tener una mayor independencia y seguridad en los conocimientos que está adquiriendo, perciben que han mejorado su capacidad para tomar decisiones como producto de una mayor auto estima.

Se observa, con base en los registros revisados, que los estudiantes que participan en cursos en los que se hace uso del constructivismo como paradigma de enseñanza, tienden a darse cuenta de su rol como futuros profesionistas en un mundo que no tiene fronteras, pero que

requiere de profesionales que enfrenten la incertidumbre, la complejidad y los riesgos propios que la innovación y el vertiginoso avance de la ciencia y la tecnología demandan Es posible señalar que los resultados obtenidos coinciden con las consideraciones que plantean Howe y Strauss, (2000) al referirse al perfil de los estudiantes del siglo veintiuno:

a. No reconocen límites o fronteras cuando se trata de poner en práctica sus habilidades profesionales, debido a que tienden a aislarse o a que no reconocen a los grupos sociales con claridad,
b. Consideran que tienen derecho a recibir una retroalimentación oportuna,
c. Consideran que tienen derecho a aprender y a poseer lo que les corresponde,
d. Son personas más susceptibles a creer en los medios de comunicación y en las redes sociales,
e. Cuestionan cuando se trata de hacer un esfuerzo para estudiar, analizar y generar una decisión trascendente o una solución a algún problema con complejidad,
f. Tienden a generar expectativas poco realistas,
g. Se observa una participación excesiva por parte de sus padres,
h. Tienen una alta dependencia cuando se trata de saber cómo hacer las cosas para tener éxito,
i. Esperan realizar tareas en poco tiempo y tener éxito en el menor tiempo posible,
j. Prefieren trabajar en equipo y cooperan en proyectos colaborativos; consideran que trabajar independientemente genera un riesgo de fallar en la tarea.

CONCLUSIONES

La globalización forma parte de un tema fundamental en los procesos de planeación de las autoridades que administran la educación superior y los instructores que realizan su actividad docente; asimismo, se trata de un área que ha estado emergiendo de manera silenciosa entre los docentes y por lo mismo, algunos están tratando de adoptar esquemas de enseñanza aprendizaje que logran adaptarse a las condiciones que este nuevo sistema económico mundial está exigiendo a los ingenieros de todo el mundo.

Es evidente que la globalización de los procesos en los sistemas educativos de las escuelas de ingeniería está estrechamente vinculada con otro tema central, la internacionalización de la educación superior; es decir, ahora la educación no considera fronteras y los procesos de enseñanza aprendizaje deberán tomar en cuenta métodos de enseñanza innovadores que permitan la transmisión de los conocimientos de vanguardia utilizando como apoyo, los resultados obtenidos ante el creciente desarrollo de la tecnología y las comunicaciones.

Asimismo, no debemos perder de vista que se requiere que los egresados de las escuelas de ingeniería se adapten a aquellas organizaciones que reclutan a profesionistas que tienen habilidades para interactuar con clientes y proveedores que pueden estar en cualquier parte del mundo. El estudio aborda aspectos relacionados con la inclusión de un paradigma de enseñanza aprendizaje, el constructivismo, el cual resulta ser un opción atractiva y efectiva, en los modernos esquemas de enseñanza de la ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

Alt, D. (2016). Contemporary constructivist practices in higher education settings and academic motivational factors. Australian Journal of Adult Learning. Volume 56, Number 3, November 2016.

Borrego, M., & Bernhard, J. (2011). The emergence of engineering education research as an internationally connected field of inquiry. Journal of Engineering Education, 100(1), 14-47.

Carnoy, M. (2005). Globalization, educational trends and the open society, OSI Education Conference 2005: "Education and Open Society: A Critical Look at New Perspectives and Demands", Budapest, June 30 – July 2, 2005

Collins. S. (2008). "Enhanced student learning through applied constructivist theory." Transformative Dialogues: Dialogues: Teaching and Learning Journal, vol. 2(2), pp 1–9.

Daugherty, R., Black, P. Ecclestone, K. James, M. and Newton, P. (2008) Alternative perspectives on learning outcomes: challenges for assessment, The curriculum Journal 19(4) 243-254.

Drucker, P.F. (2001). Management Challenges for the 21st Century. Paperback, Harperbusiness. ISBN 0887309992.

Friesner, T., Hart, M. (2005). Learning Logs: Assessment or Research Method? Electronic Journal of Business Research Methods Volume 3 Issue 2 2005 (117-122)

Gomez S., (2004). Electronic portfolios in higher education. Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/237272708.

Hernández, R. I.., Méndez M., Espericueta D. E. (2015). Aprendizaje activo en estudiantes de ingeniería, como estrategia de enseñanza-aprendizaje efectiva, para adquirir conocimientos. Revista ANFEI Digital.

Hernández R. I., Oviedo F., Zermeño E., Gallegos M. A. (2020). Una mirada constructivista para innovar en procesos de enseñanza en educación superior. Revista ANFEI Digital.

Havnes, A., & Prøitz, T. S. (2016). Why use learning outcomes in higher education? Exploring the grounds for academic resistance and reclaiming the value of unexpected learning, Educational Assessment, Evaluation and Accountability, 28(3), pp. 205-223.

Howe, N., Strauss W. (2000). Millennials Rising: The Next Greatest Generation. New York: Vintage Books.

Newportand C.L., Elms D. G. (1997). Effective Engineers, International Journal of Engineering Education, 13(5), pp. 325 332.

O'Keeffe, M. and Donnelly R. (2013). "Exploration of ePortfolios for adding value and deepening student

learning in contemporary higher education.”. International Journal of e-Portfolio, vol. 3(1), pp 1–11.

Omotayo, S. A., & Adeleke, J. O. (2017). The 5E Instructional Model: A Constructivist Approach for Enhancing Students' Learning Outcomes in Mathematics. Journal of the International Society for Teacher Education, 21(2), 15-26.

Palmer, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed teaching. Int. J. Sci. Educ., 27: 1853-1881. DOI: 10.1080/09500690500339654

Parkes, K. A., Dredger, K.S., Hicks, D. (2013). ePortfolio as a measure of reflective practice. International Journal of ePortfolio, 3(2), 99-115. Retrieved from: http://www.theijep.com/past_3_2.cfm

Von Glaserfeld. (2002). Learning and adaptation in the theory of constructivism. In Smith, L. (Ed.). Critical readings on Piaget. Routledge.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind and society: The development of higher mental processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.

IDIOMA INGLÉS FACTOR EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA Y LA GLOBALIZACIÓN

ENGLISH LANGUAGE A FACTOR IN ENGINEERING TEACHING AND GLOBALIZATION

R. I. Hernández Molinar[1]
F. Oviedo Tolentino[2]
J. C. Arellano González[3]
D. E. Espericueta González[4]

RESUMEN

Las instituciones de educación superior (IES) en México, sobre todo las públicas, están observando que la educación en ingeniería está siendo afectada por un tema de especial relevancia: la globalización. Se trata de un tema que se encuentra en la agenda de las instituciones cuando se trata de desarrollar sus planes de desarrollo en el corto y mediano plazos considerando que los estudiantes deberán prepararse para enfrentar un mercado laboral que exige que tengan habilidades de comunicación con profesionales que no emplean el español como lengua nativa. Además, la rápida evolución de la ciencia y la tecnología requiere estar en contacto con profesionales de la ingeniería que pueden encontrarse en otras partes del mundo. Asimismo, las empresas multinacionales están instalando centros de trabajo que requieren de profesionales altamente calificados y establecen redes de trabajo conjunto que requieren una cadena de suministro que debe ser atendida de manera efectiva. El idioma inglés es un factor importante para asegurar la calidad y la competitividad. Los planes de estudio las IES se encuentran en proceso de revisión para considerar el inglés como segundo idioma y es posible emplear el inglés como una lengua franca en cursos de especialidad. Este trabajo aborda el tema de la globalización como un factor que puede ser importante en la preparación de los estudiantes de ingeniería. Se presentan algunos resultados y reflexiones generados a la luz de un proceso de intervención en un curso en el que se emplea el inglés como segundo idioma. Se hacen comparaciones de los resultados con otro grupo que utiliza el español como lengua nativa.

ABSTRACT

Higher education institutions (HEI) in Mexico, especially public ones, are observing that engineering education is being affected by a particularly relevant issue: globalization. This issue is on the agenda of these institutions when it comes to developing their short- and medium-term development plans, considering that students must prepare to face a labor market that demands communication skills with professionals who do not use Spanish as their native language. Furthermore, the rapid evolution of science and technology requires contact with engineering professionals who may be located in other parts of the world. Likewise, multinational companies are establishing work centers that require highly qualified professionals and establishing collaborative networks that require a supply chain that must be effectively managed. The English language is an important factor in ensuring quality and competitiveness. HEI curricula are currently being revised to consider English as a second language, and it is possible to use English as a lingua franca in specialized courses. This paper addresses the issue of globalization as a potentially important factor in the preparation of engineering students. It presents some results and insights generated from an intervention process in a course in which English is used as a second language. The results are compared with those of another group that uses Spanish as their native language.

[1] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. raul.hernandez@uaslp.mx
[2] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. francisco.oviedoz@uaslp.mx
[3] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. carlos.arellano@uaslp.mx
[4] Profesora Investigadora de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Ingeniería. Área Mecánica Eléctrica. despericueta@uaslp.mx

ANTECEDENTES

Se entiende que la educación en ingeniería debe ser producto de un aprendizaje que proporciona resultados tangibles debido a que existe una presión por parte de sectores industriales, tecnológicos y sociales, quienes de manera natural tienden a ser generadores de una mejora de la calidad de vida en la sociedad. Por lo mismo, la enseñanza en ingeniería debe considerar el aseguramiento de la calidad de los procesos de enseñanza a través de mecanismos innovadores que incidan en una mayor competitividad por parte de los egresados.

El nuevo milenio ha mostrado que la educación en ingeniería enfrenta desafíos ante el avance científico y tecnológico, el cual presenta incrementos que en algunas ocasiones es disruptivo; lo cual atrae la atención de las autoridades de las instituciones de educación superior y de los grupos académicos que las conforman, pues aparece la necesidad de incorporar dos aspectos que no deben ser subestimados: la competitividad en un mundo globalizado y la innovación en propuestas para desarrollar nuevos materiales, procesos y servicios en las áreas en las que inciden los futuros ingenieros (Kalocsai, 2009).

El idioma inglés es considerado como una lengua franca; es decir, es una lengua en la que se pueden comunicar personas de países diferentes y que permite conectarlas a través de conversaciones basadas en este idioma. El inglés es utilizado en la mayoría de los países como segundo idioma (Dutta, 2020). Se entiende el inglés es un idioma con potencial para establecer relaciones entre personas que hablan idiomas diferentes. Es de utilidad para servir como medio de comunicación, debido a que es un idioma que se aprende en la mayoría de los países como segunda lengua (Mauranen y Ranta, 2009) y más de cincuenta países lo han adoptado en sus programas educativos desde que inician la educación preescolar.

En ambientes empresariales, el inglés es la lengua franca del mundo. Las empresas multinacionales que se encuentran en los diferentes países lo emplean como un idioma corporativo y exigen que sus empleados se comuniquen formalmente en inglés para desarrollar proyectos o para tomar decisiones. En estas empresas el inglés permite establecer relaciones efectivas (Liontas, 2017).

En Europa, las instituciones de educación superior ofrecen programas para enseñar inglés como segunda lengua; De acuerdo con datos presentados por Eurostat (2024), casi el noventa y cuatro por ciento de los estudiantes europeos de secundaria superior aprenden inglés. Cuando deseamos comunicarnos con una red de profesionales que comparte nuestro campo de trabajo, o con grupos sociales de interés particular, nos damos cuenta de que lo que se desea es compartir información relacionada con lo que estamos pensando, nuestras opiniones, nuestros proyectos, nuestros conocimientos; es decir, se trata de comunicar desde una perspectiva interactiva, en un proceso que incluye la participación de seres humanos que se asocian de forma sistémica porque tienen un objetivo.

También, se ha demostrado, que el idioma inglés resulta ser un factor decisivo cuando las empresas buscan reclutar talento humano alrededor del mundo. La habilidad para comunicarse en idioma inglés forma parte del perfil que estas empresas requieren para incorporar a futuros ingenieros a sus grupos de trabajo especializados (Spence y Liu, 2013).

Es decir, se trata de una habilidad que los corporativos empresariales exigen a sus futuros empleados

En el protocolo de Bologna, se establece la importancia de que las IES deben buscar adaptarse con rapidez a los cambios que exige el desarrollo científico y tecnológico del nuevo siglo y se sugiere que éstas deben considerar políticas educativas orientadas a actualizar los modelos educativos que tomen en cuenta la preparación y actualización de sus grupos de profesores en el marco de una mejora continua de la calidad de los servicios que ofrecen (Teichler, 2009).

Se debe tomar en cuenta que actualmente está vigente la era de Internet de las Cosas y que ya es necesario considerar la Revolución Industrial 5.0, posterior a la 4.0. Estos nuevos fenómenos tecnológicos son importantes e impactan en los nuevos modelos educativos en ingeniería; ahora los estudiantes de ingeniería deben considerar, que para enfrentar los retos que se plantean ellos deben estar conscientes de que el rápido desarrollo de la ciencia y la tecnología es parte de su propia formación cuando se preparan para ejercer su profesión.

Internet se ha convertido en una necesidad en la vida profesional de los egresados de ingeniería y es inevitable el acceso a la información que se genera en otras partes del mundo, y por lo mismo existe la necesidad de comunicarse en un lenguaje común. El inglés es el idioma que predomina y más del cincuenta por ciento de los contenidos que se transmiten en Internet se encuentran en este idioma, como lo señala Dutta (2020). También, hay que considerar que las empresas que desarrollan nuevas tecnologías para la conectividad y la transferencia de información se caracterizan por usar el inglés en sus operaciones.

En virtud de que el egresado se incorpora a un mercado laboral que se caracteriza por la globalización, los programas que buscan formar a este profesionista deben diseñar estrategias que sean de utilidad para que pueda tenga la oportunidad de comunicarse con los demás, sin importar el país del que provienen. Si el idioma inglés es universal, es necesario que el estudiante de ingeniería lo utilice para comunicarse de manera efectiva.

Sabemos que, en México, los estudiantes de ingeniería tienen un conocimiento básico del inglés como segundo idioma y que para ellos no es fácil participar en grupos de trabajo interdisciplinarios que se caracterizan por hablar otros idiomas, además de que no consideran que el inglés es un factor relevante que los pueda posicionar cuando egresan de sus programas de ingeniería. Se ha observado que desde que egresan de su bachillerato, presentan poca motivación para dominar el inglés o cualquier idioma.

Actualmente, las instituciones de educación superior (IES) en México han estado diseñando acciones orientadas a incorporar estrategias pedagógicas que incluyan la enseñanza del idioma inglés. Esto está siendo muy común en IES privadas. Sin embargo, en IES públicas esta es una acción que se comienza a considerar como parte de la preparación de los profesores y la formación de los estudiantes.

La creciente demanda educativa de este idioma global es integrada en todos los campos de estudio y ha desencadenado la innovación y la creatividad, incluyendo el inglés en cursos específicos, especiales y especializados de IES, en función de las características del programa

educativo; pero esto depende en gran medida de una actitud positiva y el empleo de recursos utilizados en el proceso de aprendizaje cuando se decide utilizar (a) una lengua extranjera por parte del instructor, (b) el material didáctico, y (c) la metodología aplicada en las aulas (Wolff, 2003).

Este trabajo aborda aspectos relacionados con la inserción de estrategias que permitan que los modelos educativos empleados en las instituciones responsables de formar ingenieros consideren programas que incluyan elementos innovadores relacionados con la enseñanza en otro idioma que no sea el nativo.

En muchas ocasiones, la comunicación en inglés se lleva a cabo más por razones sociales que técnicas; sin embargo, en el contexto profesional, el ingeniero mira la necesidad de conversar, revisar literatura, realizar actividades de liderazgo en grupos de trabajo, participar en foros especializados, interactuar en proyectos multiculturales en los que se aplica la ingeniería, tomar decisiones conjuntamente con colegas de otros países en los que el español no es idioma oficial, etcétera.

Actualmente la ingeniería se encuentra desarrollando bienes y servicios que utilizan la ciencia y la tecnología de vanguardia. Los libros, revistas, artículos, nuevos productos y gran parte de os resultados de investigación se registran en inglés. Asimismo, se observa que se es más frecuente que estudiantes acudan a universidades prestigiadas, o que se hagan convenios con universidades de diferentes partes del mundo. Bajo este contexto, resulta evidente que el inglés se debe utilizar para establecer una comunicación efectiva y asegurar el éxito de las actividades a realizar. Se considera que en la medida en que los estudiantes mejoren sus habilidades para comunicarse utilizando el inglés como segundo idioma, tendrán la oportunidad de formarse con niveles de excelencia en su especialidad, pues tienen acceso a fuentes de información que se generan en otras partes del mundo (Abel, 2003).

Ante la presencia inminente de la globalización, los estudiantes de ingeniería deben demostrar tener habilidades que les aseguren un posicionamiento significativo cuando egresen de sus programas educativos, así como en su vida personal y profesional. Este trabajo tiene como uno de sus objetivos, motivar para que las IES consideren la importancia de que los cuerpos académicos incluyan en sus proyectos el inglés como idioma que puede ayudar en la mejora continua de sus actividades, pues debe ser parte de un proceso de formación integral. Los desafíos de las IES para formar a un ingeniero que tenga la capacidad para establecer comunicación con redes globales sociales o laborales en cualquier parte del mundo, podrán ser superados si se incluye el inglés para fortalecer las habilidades de comunicación.

En México, el mercado laboral se ha estado desarrollando con la participación de empresas que provienen de otros países; estas empresas no usan el español como lengua nativa. Por lo mismo, se han generado áreas de oportunidad para los futuros ingenieros, aunque es indudable que el idioma inglés aparece como un requisito para ser reclutado. El futuro ingeniero se va a incorporar a un mercado laboral y un mundo globalizado que exigen una preparación que requiere competencias relacionadas con la comunicación de los conocimientos, lo que requiere incorporar el inglés como un idioma que va a influir en su

posicionamiento cuando egresen de sus programas educativos; además de que aumenta la probabilidad de ser reclutados y retenidos en sus organizaciones (Riemer, 2002).

En la mayoría de las familias mexicanas se cree que el dominar un segundo idioma les proporciona elementos para lograr una mayor competitividad y ser exitoso en un mundo global, moderno y socialmente más complejo; es decir, el dominar un segundo idioma puede garantizar una mayor ventaja competitiva en áreas sociales, laborales, académicos y/o culturales. Es posible observar que, la educación es una preocupación por parte de los padres, tal vez porque se dan cuenta de que es un legado que será de mucha utilidad cuando se incorporan a la vida productiva (Ahmad et al 2019). Es decir, desde antes de que se incorpore el estudiante a la universidad, ya tiene una motivación para aprender y utilizar un segundo idioma, porque se entiende que esto le brindará mayores oportunidades de éxito en el futuro.

Las universidades privadas en México se caracterizan porque algunos de sus programas académicos ya consideran el inglés en sus procesos de enseñanza. Se observa que los estudiantes de estos programas tienen capacidad para comunicarse en inglés debido a que tuvieron acceso a programas educativos bilingües desde la educación preescolar. Es decir, se trata de grupos de estudiantes que aprendieron el inglés desde muy temprana edad y ahora tienen la oportunidad estar inmersos en un ambiente de aprendizaje en el que el inglés no es un obstáculo para su formación universitaria. En México, existen pocas universidades públicas que ofrecen programas académicos que incluyan el inglés en cursos propios de la especialidad. Sin duda, aparece un factor socio económico que inhibe la participación de estudiantes en programas académicos que empleen el inglés como segundo idioma.

Se observa que las IES públicas, están haciendo un esfuerzo por atender las demandas para incorporar el inglés como parte de una estrategia pedagógica que pueda parte de las opciones de los estudiantes de ingeniería en sus planes curriculares. También, se observa que existe un interés por parte de profesores para prepararse en la enseñanza de sus cursos empleando el inglés como segundo idioma. El porcentaje de cursos que se enseñan bajo esta perspectiva es dramáticamente bajo; un objetivo de este trabajo es revisar el ambiente de aprendizaje mediante una metodología fundamentada en una intervención sistemática basada en la aplicación de paradigmas de enseñanza que incluyen el constructivismo y el aprendizaje activo, para analizar cuidadosamente el comportamiento y las reflexiones individuales de los estudiantes que participan (Ellis, 2010).

Ante un mundo globalizado es importante que el estudiante de ingeniería esté convencido de que debe estar bien preparado para comunicarse en otros idiomas, principalmente en el inglés y lograr el éxito en sus áreas de especialidad, sobre todo en el ámbito laboral. Algunas instituciones de educación superior están haciendo esfuerzos para considerar su inclusión, como es el caso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) ha generado desde el 2018, un programa para la enseñanza de algunos cursos del área mecánica eléctrica, considerando el empleo del inglés en lugar del español. El objetivo central consiste en generar cambios que tienden a favorecen el aprendizaje (Gardner, 2010).

El propósito de este trabajo consiste en revisar e investigar cómo la enseñanza de cursos de ingeniería en inglés, tiene un impacto en los estudiantes; se trata de colaborar para generar una propuesta que sea de utilidad en el desarrollo de un ambiente de aprendizaje efectivo

para innovar el método de enseñanza cuando los estudiantes inscritos no emplean el inglés como lengua nativa. Asimismo, se trata de incorporar en grupos de estudiantes un enfoque, que les permita visualizar que la complejidad de los problemas se puede reducir, en la medida en que tengan la iniciativa para investigar y entrar en contacto con literatura o expertos que no necesariamente emplean el idioma español. También, se realiza una evaluación para determinar si el estudiante que cursa una materia que utiliza el inglés, en el proceso de enseñanza:

a) aprovecha la oportunidad para mostrar y/o mejorar sus habilidades de comunicación, al realizar proyectos relacionados con la materia y
b) desarrolla su autoestima y mejora su actitud en el proceso de aprendizaje; al darse cuenta de que está expuesto a un ambiente diferente al que está acostumbrados y que presenta retos interesantes.

Aunque el tener habilidades para comunicarse en inglés no es un indicador del rendimiento académico del estudiante, existe la posibilidad de considerar que puede ser considerado como un factor que influye en el éxito cuando se tiene la necesidad de participar en grupos de trabajo con estudiantes o profesionistas de otros países y genera la posibilidad de mejorar la comunicación para generar confianza, seguridad, motivación y éxito en el desarrollo de sus futuras actividades como egresado. El estudio genera la oportunidad de realizar la comparación del comportamiento y el rendimiento académico de dos grupos de estudiantes que cursan la materia de Control de Calidad, uno que utiliza el idioma español, y otro en el que se incluye el idioma inglés para revisar el impacto en la formación académica

METODOLOGÍA

Se consideran dos grupos de estudiantes que cursan la materia de Control de Calidad; uno que se desarrolla bajo la metodología establecida por el instructor, pero completamente en español (CCESP) con 26 estudiantes; otro en el que se incorpora el inglés como segundo idioma y es impartido en inglés por el mismo instructor con 24 estudiantes, el cual está dirigido a estudiantes que tienen habilidades para comunicarse en inglés, bajo una metodología similar a la que emplea el instructor en el curso en español (CCENG). En ambos grupos se forman equipos de trabajo colaborativo; cada equipo de trabajo está conformado por cinco estudiantes. Los dos cursos emplean el constructivismo como base para el proceso de enseñanza aprendizaje.

El estudiante tiene la oportunidad de decidir en cuál curso de los dos cursos se inscribe, pero la autoridad universitaria informa previamente que el curso será impartido en idioma español o en idioma inglés. Esta condición es importante porque cada estudiante está consciente de la decisión que elige cuando se inscribe en el curso. Se entiende que los estudiantes que participan en el curso CCENG están convencidos de participar en este proceso y están advertidos de que el curso se impartirá de una manera diferente a la convencional. Un supuesto esencial es que los estudiantes del curso CCENG deben estar preparados para atender un curso en el que el inglés es empleado durante todas las sesiones y se han inscrito porque tienen la motivación y el interés por aprender en un ambiente de aprendizaje diferente. El grupo inscrito en el curso CCENG tiene un puntaje en el examen TOEFL PBT (Paper Based Test) que supera los 480 puntos, es decir una categoría equivalente a B1 en el examen Cambridge. Esta condición es necesaria para asegurar que el estudiante tiene la habilidad para comprender, escuchar y participar durante las sesiones cuando sea necesario. Se

considera que de manera individual cada estudiante es responsable de generar periódicamente el Registro de Aprendizaje (Learnin Log, en inglés), el cual es revisado por el instructor. Estos registros son de utilidad para evaluar el avance del aprendizaje y el rendimiento académico de cada estudiante (Friesner y Hart, 2005).

El estudio compara el rendimiento académico de dos grupos de estudiantes que cursan la carrera de ingeniería en mecatrónica. Un curso es impartido totalmente en inglés (CCENG) y los estudiantes que se inscriben conocen previamente esta condición. En otro curso, el instructor emplea el idioma español (CCESP). En el grupo CCENG, aproximadamente el 80% de estos estudiantes ya había aprendido a comunicarse en inglés antes de ingresar a la Facultad de Ingeniería. Sin embargo, nunca habían tenido la oportunidad de participar en un curso en el que se empleaba el inglés como segundo idioma.

Con el objetivo de realizar un diagnóstico, el instructor prepara preguntas especialmente dirigidas a conocer la historia personal de los involucrados, tratando de generar un ambiente de confianza y reconocer la capacidad de los mismos para comunicarse en un idioma que no utilizan normalmente en la vida cotidiana. El instructor interactúa personalmente con los estudiantes y con los equipos colaborativos que se formaron al iniciar el curso. Esta interacción se realiza en ambos grupos (CCENG, CCESP). Es un estudio observacional que emplea una metodología que considera un proceso cualitativo para llevar a cabo las evaluaciones del comportamiento de los estudiantes, pero también emplea instrumentos de evaluación basados en: entrevistas individuales, exámenes, tareas, proyectos realizados en el aula, y los Registros de Aprendizaje.

El proceso de observación se lleva a cabo de manera sistemática y en común acuerdo con los estudiantes. La entrevista con los estudiantes es parte del proceso de investigación cualitativa y resulta ser un medio para recolectar información u observaciones que no serían posibles mediante la observación en el salón de clase (Ary et al, 2009). En la primera sesión, el instructor advierte cada uno de los grupos acerca de la importancia del proceso de enseñanza que se empleará y que además de los objetivos académicos del curso, se va a considerar. En el caso del grupo CCENG, se advierte acerca del empleo del idioma inglés y el vocabulario técnico que implica el proceso.

Es importante señalar que el método de enseñanza empleado incorpora aspectos constructivistas, que requieren una participación activa por parte de los involucrados en ambos grupos de estudio. Además, a los estudiantes del grupo CCENG, se les menciona que se emplea la metodología, considerando el empleo del inglés como segundo idioma y que el ambiente de aprendizaje considera aspectos multiculturales, que se presentan en grupos de trabajo de profesionales que no tienen el inglés como primera lengua.

Durante el semestre, se emplean instrumentos de evaluación que permiten registrar los resultados cuantitativos generados en: exámenes breves, exámenes semanales, parciales y un examen final al terminar el semestre, y registros periódicos del aprendizaje del estudiante. Al terminar el semestre, cada equipo colaborativo presenta un reporte técnico en el que se documentan los resultados de un proyecto que incorpora los resultados del proceso realizado durante el semestre, el cual permite evaluar el aprendizaje de los estudiantes. Con esta

información, el instructor tiene la oportunidad de comparar el rendimiento académico y el avance en el desarrollo de las habilidades sociales de los participantes.

RESULTADOS

El estudio ha generado la oportunidad de revisar el efecto que tiene el incorporar el idioma inglés en la enseñanza de los contenidos de un curso en ingeniería y justificar la importancia que tiene el incluir un segundo idioma como parte del proceso de enseñanza aprendizaje. Los resultados de la investigación permiten hacer la comparación con otro grupo de estudiantes en el cual, se enseña el mismo curso, pero en idioma español.

Asimismo, el estudio muestra resultados obtenidos por los estudiantes de ingeniería que tienden a reconocer que aprender cursos especializados de su carrera en inglés como segundo idioma, es un desafío que deben enfrentar para desarrollar sus habilidades de comunicación y tener éxito cuando terminan sus estudios. Los estudiantes del grupo CCENG mostraron una actitud positiva al darse cuenta de que el curso se desarrolló en un ambiente de aprendizaje diferente al convencional. Estos estudiantes, se dan cuenta de que la educación relacionada con la ingeniería, cuando se emplea el idioma inglés; les brinda la oportunidad de ser contratados por compañías extranjeras instaladas en el país, o bien posicionarse en otros países en los que el español no es el idioma nativo.

Al comparar el rendimiento académico en cada grupo, éste no presenta una diferencia significativa; es decir, los estudiantes que se inscribieron en el curso que utilizó el inglés como segundo idioma, tienden obtener calificaciones similares a aquellos que cursaron la materia en la que se utilizó el español. Sin embargo, es importante mencionar que un análisis cualitativo basado en la revisión de registros de aprendizaje generados muestra que los estudiantes que estuvieron expuestos al inglés como segunda lengua presentan evidencia de que fortalecieron aspectos relacionados con habilidades asociadas a la interactividad requerida cuando se integran grupos de trabajo colaborativo, entre los que destacan:

a) Autoestima y seguridad para enfrentar la incertidumbre,
b) Una mejor interacción basada en la aplicación de conocimientos básicos para solución de problemas complejos en temáticas especiales
c) Una mejor disposición para colaborar en equipos de trabajo
d) Un enfoque flexible ante la necesidad de escuchar posibles alternativas de solución
e) La aplicación de pensamiento crítico, innovador y enfocado al análisis de la complejidad
f) Capacidad para aprender en forma autónoma y sin dependencia
g) Capacidad para indagar, evaluar y analizar información
h) Una mirada sistémica para detectar puntos relevantes
i) Capacidad para identificar los factores que inciden en los aspectos que ocasionan fallas o situaciones no deseadas
j) Integración de conocimientos para contribuir a generar propuestas pertinentes
k) Sensibilidad para transmitir el conocimiento y colaborar con los miembros de un equipo

Como puede observarse, se trata de habilidades interpersonales que son de mucho valor para asegurar la interactividad cuando se requiere generar propuestas ante eventos que se pudieran presentar en cualquier organización. Se observa que los estudiantes que pertenecen al grupo CCENG perciben que la colaboración y la participación activa son necesarios para lograr el éxito en las tareas que se realizan durante el curso; además, muestran evidencia de que se

trata de adquirir conocimientos y habilidades que deben complementarse e integrarse durante su vida universitaria.

CONCLUSIONES

Es evidente que el lenguaje es fundamental para establecer la comunicación y más entre profesionales de la ingeniería. El inglés es considerado como un idioma internacional que es utilizado en la mayoría de los países como segundo idioma. Actualmente existe una tendencia por parte de las escuelas de ingeniería para enseñar sus cursos utilizando el inglés en sus contenidos y en sus procesos de enseñanza aprendizaje. Asimismo, los estudiantes de ingeniería han encontrado que inscribirse en estos cursos les permite mejorar sus habilidades de comunicación en este idioma

Se ha encontrado que la mayoría de las empresas consideran como primera opción a aquellos egresados que tienen la habilidad para comunicarse en idioma inglés. Este interés por incluir el idioma inglés en cursos especializados también se ha incrementado en las escuelas de ingeniería y ahora es un área que está siendo abordada por los académicos, quienes preparan e imparten cursos utilizando el idioma inglés. Asimismo, las autoridades de las escuelas de ingeniería están modificando sus reglamentos y programas académicos para incluir la enseñanza de los cursos especializados en este idioma.

Además, es evidente que actualmente los estudiantes de ingeniería tienen la necesidad de incluir el inglés como un requerimiento que debe ser adquirido durante su formación y no solamente durante los primeros semestres, pues tienen la noción de que deben darle importancia a aprender un segundo idioma para aplicarlo en sus áreas de especialidad; esto es debido a que se dan cuenta de que participarán en un mercado de trabajo que es globalizado, internacional y altamente competitivo (Gardner, 2010).

Existen factores que son de utilidad para considerar la enseñanza de contenidos de ingeniería, en idioma inglés; entre estos se pueden mencionar:

a) Actualmente, los recursos disponibles para llevar a cabo el proceso de enseñanza aprendizaje en las escuelas de ingeniería, se pueden encontrar con mayor facilidad en inglés.
b) El empleo de Internet, así como los conocimientos de vanguardia científicos y/o tecnológicos son de gran utilidad para enriquecer el conocimiento que requieren los estudiantes de ingeniería. Estos materiales se pueden encontrar rápidamente en idioma inglés.
c) Los estudiantes de ingeniería que tienen interés en continuar estudios de posgrado o alguna especialidad en universidades de otros países deberán mostrar que tienen capacidad para comunicarse en el idioma inglés.
d) Actualmente, los egresados de las escuelas de ingeniería deben demostrar sus habilidades para comunicarse en inglés; deben demostrar que pueden conducir conversaciones y/o reuniones en las que participan equipos de trabajo de diferentes países. Esta habilidad está relacionada directamente con sus capacidades técnicas para hacer propuestas y dar solución a problemas complejos o que se encuentran bajo incertidumbre.

Una conclusión interesante de este estudio es que el estudiante de ingeniería se está dando cuenta de que, al incorporar el inglés como parte de su formación técnica, se observa un

efecto en el desarrollo de habilidades sociales que también son parte del perfil del ingeniero en un mundo global. Es decir, el estudiante reconoce que al exponerse a un ambiente diferente y matizado por el empleo del inglés en el proceso de enseñanza aprendizaje, es posible potenciar habilidades que serán de utilidad en el ejercicio de su profesión. Además, aparece el reto que tiene el instructor al verse comprometido a enseñar un curso en un idioma diferente y que presenta desafíos a los que no se había enfrentado anteriormente. Se observa se requiere contar con experiencia y capacidad para transmitir conocimientos técnicos utilizando el inglés en un sistema educativo superior que requiere cambios para asegurar una formación trascendente en un mundo globalizado.

Los programas académicos de ingeniería en las IES públicas tienden a generar propuestas opcionales para los estudiantes que están interesados en mejorar sus habilidades para comunicarse en el idioma inglés. Sin embargo, se debe considerar que incorporar estas propuestas no es simple. Incluir un idioma diferente en los procesos de enseñanza aprendizaje en educación superior requiere tener una infraestructura opcional a la que ya se tiene implementada.

BIBLIOGRAFÍA

Abel, B. (2003). English idioms in the first language and second language lexicon: A dual representation approach. Second Language Research, 19 (4), 329-358.

Ahmad, N. A., Hassan, S. A., Ahmad, A. R., Chua, L. N., & Othman, N. (2017). Parental involvement in learning environment, social, interaction, communication, and support towards children excellence at school. Journal of Sustainable Development Education and Research, 1(1), 77-84

Ary, D., Jacobs L.C., Razavieh A., and Sorensen C.K. (2009). Introduction to research in education. Cengage Learning. ISBN:9780495601227.

Dutta, S. (2020). the Importance of “English” Language in Today’S World. International Journal of English Learning & Teaching Skills, 2(1), 1028–1035. https://doi.org/10.15864/ijelts.2119

Ellis, R. (2010). Second language acquisition, teacher education and language pedagogy. Language Teaching, 43(2), 181-201.

Eurostat. (2024). Datos revisados en diciembre de 2024. https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Foreign_language_learning_statistics

Friesner, T., Hart, M. (2005). Learning Logs: Assessment or Research Method? Electronic Journal of Business Research Methods Volume 3 Issue 2 2005 (117-122)

Gardner, R. C. (2010). Motivation and Second Language Acquisition. The Socio-Educational Model. New York: Peter Lang Publishing, Inc.

Kalocsai, K. 2009. "Erasmus exchange students: A behind-the-scenes view into an ELF community of practice". Apples – Journal of Applied Language Studies 3(1). 24–48.

Liontas, J. I. (2017). Why teaches idioms? A challenge to the profession. Iranian Journal of Language Teaching Research, 5(3), 5-25.

Mauranen, A. and Ranta E. (2009). English as a Lingua Franca: Studies and findings. Newcastle: Cambridge Scholars Press.

Riemer. M.J. (2022). Global Journal. of Engineering. Education. 6 (1), 91-100

Spence, P., and Liu, G. Z. (2013). Engineering English and the high-tech industry: A case study of an English needs analysis of process integration engineers at a semiconductor manufacturing company in Taiwan. English for Specific Purposes, 32(2), 97-109.

Teichler, U. (2004). 'The changing debate on internationalization of higher education', Higher Education, 48, 1, 5-26.

Wolf, D. (2003). Integrating language and content in the language classroom: Are transfer of knowledge and of language ensured? Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/43292035_Integrating_language_and_content_in_the_language_classroom_Are_transfer_of_knowledge_and_of_language_ensured. DOI:10.4000/asp.1154

INTERNACIONALIZACIÓN EN LA FORMACIÓN INTEGRAL DE INGENIEROS Y QUÍMICOS

INTERNATIONALIZATION IN THE COMPREHENSIVE TRAINING OF ENGINEERS AND CHEMISTS

D. M. Sosa Cordero[1]
A. González Burgos[2]
N. G. Chan Chí[3]

RESUMEN

En la Universidad Autónoma de Yucatán, la internacionalización ha sido incluida en la formación integral del estudiante desde hace más de una década. En el modelo educativo actualizado y vigente, de esta institución, la internacionalización se ha posicionado como un eje principal en la formación universitaria. Este trabajo es un estudio descriptivo sobre la perspectiva de los estudiantes de diferentes programas de ingeniería y química acerca de las competencias desarrolladas en diversos aspectos de internacionalización. La información se recopiló mediante una encuesta dirigida a los estudiantes acerca del nivel de competencias de internacionalización en sus dos primeros años universitarios considerando actividades propias de los estudiantes y también competencias relacionadas con la labor docente. Los resultados indican que, para los estudiantes, la comunicación oral o escrita, en inglés u otro idioma es el aspecto por desarrollar durante la estancia en la universidad, con respecto a los docentes, el reto es la aplicación de tecnologías en la docencia y el área disciplinar. Conocer el punto de vista de los estudiantes al respecto de las competencias de internacionalización proporciona mayor certeza acerca del desarrollo de las prácticas docentes efectivas.

ABSTRACT

At the Autonomous University of Yucatan, internationalization has been included in the comprehensive education of the student for more than a decade. In the updated and current educational model of this institution, internationalization has positioned itself as a main axis in university education. This work is a descriptive study on the perspective of students from different engineering and chemistry programs about the competencies developed in various aspects of internationalization. The information was collected through a survey aimed at students about the level of internationalization competencies in their first two university years, considering students' own activities and competencies related to teaching work. The results indicate that, for students, oral or written communication, in English or another language is the aspect to be developed during the stay at the university, with respect to teachers, the challenge is the application of technologies in teaching and the disciplinary area. Knowing the students' point of view regarding internationalization competencies provides greater certainty about the development of effective teaching practices.

ANTECEDENTES

Las instituciones de educación superior (IES) en México se han planteado, desde hace más de una década, la formación integral de sus estudiantes como uno de sus principales retos.

Las tendencias globalizadas que el mundo enfrenta en el siglo XXI incluyen aspectos socioeconómicos, tecnológicos, educativos y de desarrollo sostenible, entre otros. En respuesta a estas tendencias, la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) incorpora las

[1] Profesora de Educación Superior. Coordinadora de Tutoría. UADY. scordero@correo.uady.mx
[2] Profesora de Educación Superior. Coordinadora de la Licenciatura en Química Aplicada. UADY. araceli.gonzalez@correo.uady.mx
[3] Profesor de Educación Superior. Coordinador de Asesorías Académicas. UADY. noe.chan@correo.uady.mx

competencias en la enseñanza universitaria alineándose al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

En el Modelo Educativo de Formación Integral (MEFI) en la UADY, se define la formación integral como un proceso continuo que promueve el desarrollo de todas las potencialidades del estudiante y su crecimiento personal en las dimensiones: física, emocional, cognitiva, social y valoral-actitudinal (Universidad Autónoma de Yucatán [UADY], 2012).

En el MEFI actualizado y vigente, se redefinen y proponen cinco ejes: Educación para la vida, Internacionalización, Educación vinculada a la práctica, Innovación educativa y Flexibilidad (Universidad Autónoma de Yucatán [UADY], 2021). Este trabajo se enfoca en el eje relacionado con la internacionalización en la educación superior, en particular en los primeros dos años de los programas de ingeniería y química que se imparten en la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) de la UADY. En la FIQ se imparte los siguientes programas educativos (PE): Ingeniería Química Industrial (IQI), Ingeniería Industrial Logística (IIL), Ingeniería en Biotecnología (IB), Ingeniería en Alimentos (IA) y la Licenciatura en Química Aplicada (LQA). Estos programas de estudio son de ingreso anual, presenciales, de tiempo completo y flexibles.

En la práctica educativa, la internacionalización se propone como un eje transversal que permite contribuir a formar profesionales con empatía, respeto y tolerancia hacia las personas, hacia diferentes ideas, formas de vida y cultura. Asimismo, propicia la comprensión del mundo actual y contribuye a la reafirmación de los valores propios; apoyando también la preparación para la vida (UADY, 2021).

El objetivo de este trabajo es conocer las opiniones y perspectiva de los estudiantes de primero a cuarto semestre en la FIQ sobre la internacionalización, dado que los estudiantes desempeñan un papel activo en su proceso de formación universitaria.

En el MEFI (Universidad Autónoma de Yucatán [UADY], 2015) se proponen estrategias para que los profesores implementen cada eje del modelo vigente, según las áreas de estudio y las particularidades de los programas educativos ofertados por la UADY; sin embargo, son los estudiantes quienes viven el programa educativo, por lo que su perspectiva es esencial para mejorar o ajustar dichas estrategias. En este sentido, los resultados de este trabajo son valiosos para el diseño o la selección de estrategias que favorezcan la internacionalización de manera efectiva y alineada con las expectativas estudiantiles, especialmente en los primeros años de las licenciaturas.

METODOLOGÍA

Este trabajo es un estudio observacional y descriptivo sobre la opinión y experiencia de los estudiantes de los primeros años de las licenciaturas impartidas en la FIQ, con relación a las competencias enfocadas a la internacionalización. La población de estudio se conforma por el total de 519 estudiantes inscritos y activos en primero y segundo año de las carreras de ingeniería y química, de los cuales 242 ingresaron en agosto 2023 y 277 en agosto de 2024 en FIQ. Esta información se obtiene a través de la oficina de control escolar de la FIQ. La mayoría del alumnado en esta población tiene entre 18 y 21 años.

Se usa una breve encuesta anónima y voluntaria como instrumento para conocer las percepciones y experiencias del estudiantado sobre aspectos relacionados con la internacionalización. Se aplica mediante una convocatoria abierta y en modalidad virtual utilizando la aplicación de Microsoft Forms.

Se conforma la muestra de 197 estudiantes, que representa el 38% de la población de estudio, de las diferentes licenciaturas (ingenierías y química) que respondieron la encuesta.

Encuesta

Se aplica la encuesta titulada Internacionalización en la Formación Integral de Ingenieros, la cual consta de siete reactivos distribuidos de la siguiente manera: los primeros cuatro reactivos se relacionan con la información general de los estudiantes; en el quinto se abordan las competencias de internacionalización relacionadas con los estudiantes; el sexto se enfoca en las competencias relacionadas con los docentes; y en el último reactivo se indaga sobre la intención de los estudiantes de participar en programas de movilidad.

Es importante mencionar que la encuesta se aplica con el ajuste requerido para el formato digital a continuación, se describe el contenido de dicha encuesta:

Estimados estudiantes inscritos en enero-mayo 2025

Se les agradece de antemano que dediquen unos minutos en contestar sinceramente la siguiente encuesta anónima. Los resultados son muy valiosos para conocer la perspectiva de la internacionalización en la comunidad estudiantil de los primeros semestres.

Objetivo: Conocer la opinión y la experiencia de los estudiantes acerca de la internacionalización en las carreras de Ingeniería y Química Aplicada en FIQ.

Se les solicitó información con fines estadísticos, como su programa de estudios, semestre y género, así como también su lugar de origen para conocer algo de la diversidad de los orígenes de los estudiantes en la Facultad

1. Programa al que estás inscrito
   - Licenciatura en Química Aplicada
   - Ingeniería en Alimentos
   - Ingeniería en Biotecnología
   - Ingeniería Industrial Logística
   - Ingeniería Química Industrial

2. Semestre (equivalente) que cursas actualmente
   - Primero
   - Segundo
   - Tercero
   - Cuarto
   - Quinto
   - Otro semestre

3. Género
   - Femenino
   - Masculino
   - Prefiero no responder

4. ¿Cuál es tu ciudad y estado de origen?

Las siguientes preguntas del instrumento fueron con el objetivo de conocer el nivel de competencias relacionadas con la internacionalización que perciben los estudiantes en ellos mismos y en los docentes con los que han compartido el aula. Las competencias se han tomado del MEFI (UADY, 2015), por cada competencia listada se solicitó elegir una de las opciones: Nada, Poco, Bastante, Mucho, de acuerdo con el nivel que consideran se tiene desarrollada la competencia

5. Competencias de la internacionalización relacionadas con el estudiante.

Selecciona alguna de las opciones: Nada, Poco, Bastante, Mucho.
   - Te comunicas en inglés u otro idioma en forma oral y escrita
   - Usas tecnologías de manera creativa e innovadora
   - Trabajas de manera colaborativa y eficiente
   - Sientes interés en los problemas del mundo y cómo resolverlos
   - Muestras actitudes que favorecen el respeto, la cultura e igualdad de género

6. Competencias del docente relacionadas con la internacionalización

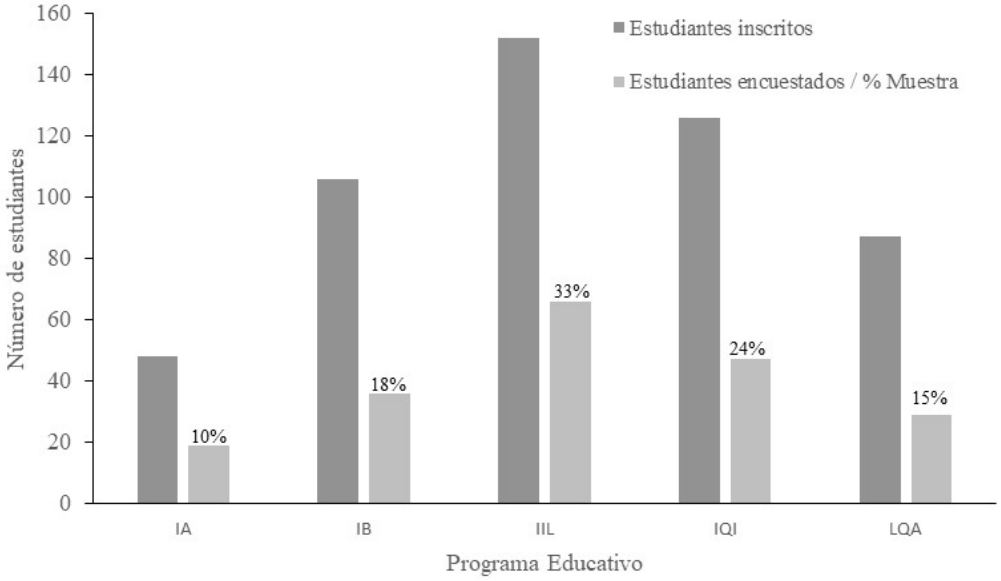
Teniendo una perspectiva general de tus docentes, selecciona alguna de las opciones: Nunca, Poco, Bastante, Mucho.
   - Crea ambientes de aprendizaje que favorecen el respecto y la inclusión de todos los estudiantes
   - Diseña experiencias que inciden en mejorar la colaboración entre los estudiantes
   - Utiliza tecnologías como recurso con perspectiva internacional
   - Promueve el uso de actividades que favorecen la comunicación

7. ¿Tienes la intención de realizar algún intercambio académico?
   - Si, Nacional
   - Si, Internacional
   - No

RESULTADOS

En este apartado se presenta inicialmente una descripción de la muestra, relacionada con la información general solicitada a los estudiantes en la encuesta. En la Figura 1 se muestra la distribución del número de estudiantes inscritos en cada programa de estudios y el porcentaje de estudiantes en la muestra vinculado a cada programa educativo.

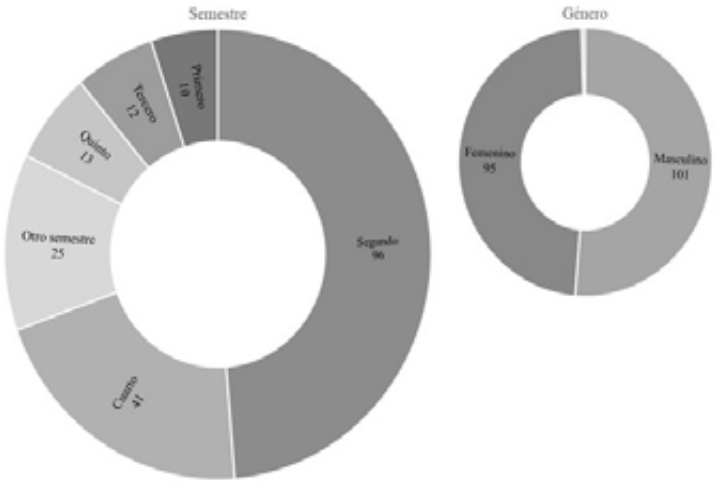
Figura 1. *Distribución de los estudiantes encuestados.*



De acuerdo con la flexibilidad de los programas educativos, el semestre equivalente se refiere al avance real del estudiante en el PE independientemente del año de ingreso. En la Figura 2 se presenta la distribución de los estudiantes de la muestra según el semestre equivalente declarado en la encuesta.

En relación con el género se puede observar en la Figura 2 un porcentaje equitativo en la representación de ambos géneros. En la FIQ se ha tenido la presencia de estudiantes mujeres, en porcentajes cercanos al 50%.

Figura 2. *Características de la muestra respecto al semestre y género de los estudiantes.*



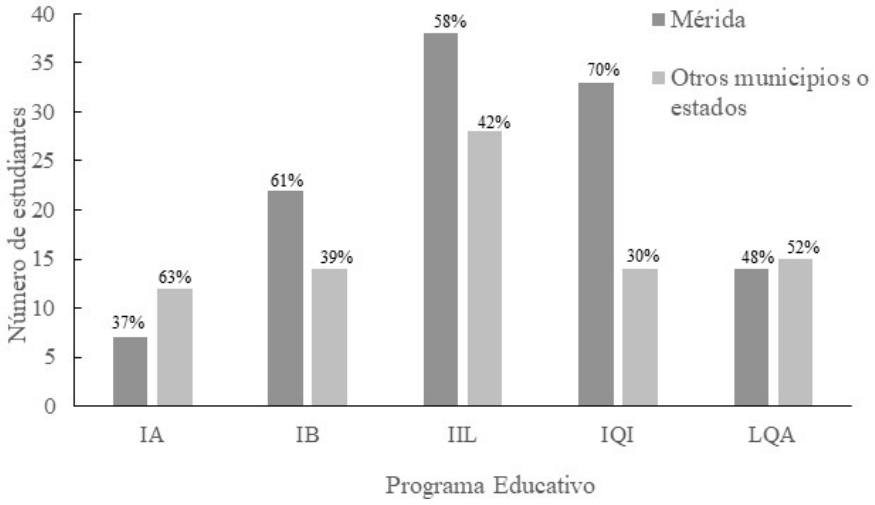
Con respecto a la ciudad y el estado de origen de los estudiantes de la muestra, en la Tabla 1 se presenta la distribución del alumnado con respecto a su lugar de origen.

Tabla 1. *Distribución de los estudiantes según su lugar de origen.*

ESTADO	NÚMERO DE ESTUDIANTES	PROPORCIÓN (%)
Yucatán (Mérida)	108	54.8
Yucatán (Interior del estado)	26	13.2
Tabasco	15	7.6
Quintana Roo	13	6.6
Campeche	7	3.6
Oaxaca	4	2
CDMX	4	2
Estado de México	3	1.5
Veracruz	3	1.5
Chiapas	2	1
Hidalgo	2	1
Jalisco	2	1
Zacatecas	2	1
Puebla, Guerrero, Morelos, Tamaulipas	4 (uno de cada estado)	2
Costa Rica y Belice	2 (uno de cada país)	1

En la Figura 3 se presenta la distribución de los estudiantes considerando el programa educativo al que están inscritos y su lugar de origen.

Figura 3. *Distribución de estudiantes según el Programa Educativo y origen de los estudiantes.*



En la Tabla 2 se presentan los resultados de la opinión, en escala cualitativa, del alumnado que participó en la muestra.

Tabla 2. *Nivel de competencias de internacionalización relacionadas con los estudiantes.*

COMPETENCIA DEL ESTUDIANTE	NADA	POCO	BASTANTE	MUCHO
Te comunicas en inglés u otro idioma en forma oral y escrita	11.2%	49.7%	24.4%	14.7%
Usas tecnologías de manera creativa e innovadora	2.5%	18.3%	56.9%	22.3%
Trabajas de manera colaborativa y eficiente	0%	9.6%	61.9%	28.4%
Sientes interés en los problemas del mundo y cómo resolverlos	1%	15.7%	56.3%	26.9%
Muestras actitudes que favorecen el respeto, la cultura e igualdad de género	0%	5.1%	45.2%	49.7%

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de las opiniones en la muestra con respecto a las cuatro competencias relacionadas con los docentes.

Tabla 3. *Nivel de competencias del profesorado relacionadas con la internacionalización.*

COMPETENCIA DEL DOCENTE	NADA	POCO	BASTANTE	MUCHO
Crea ambientes de aprendizaje que favorecen el respeto y la inclusión de todos los estudiantes	0.0%	2.5%	50.8%	46.7%
Diseña experiencias que inciden en mejorar la colaboración entre los estudiantes	0.5%	7.1%	53.8%	38.6%
Utiliza tecnologías como recurso con perspectiva internacional	1.5%	16.8%	49.2%	32.5%
Promueve el uso de actividades que favorecen la comunicación	1%	11.2%	52.8%	35.0%

Acerca de la intención de realizar movilidad, se obtuvo que 130 estudiantes (66%) consideran realizar un intercambio internacional, 30 estudiantes (19% de los encuestados) tienen la intención de realizar un intercambio nacional, y 37 alumnos (19%) no considera realizar algún intercambio académico.

CONCLUSIONES

Al analizar la internalización como eje de la formación integral de los PE en la UADY, se observa que la población de estudio está conformada por todos los estudiantes inscritos a primero y segundo año. La muestra obtenida mediante la respuesta voluntaria y anónima a la encuesta se considera representativa, ya que, además de constituir el 38% de la población de estudio, muestra una distribución proporcional en relación con la matrícula de cada uno de

los programas educativos, como se observa en la Figura 1. Se reportan con mayor número de estudiantes los semestres segundo y cuarto tal como se esperaba dado que todos los PE de FIQ son de ingreso anual y el período académico actual enero a mayo 2025 es par, como se observa en la Figura 2.

En relación con su origen, el 68% de los estudiantes encuestados son originarios de Yucatán, como se observa en la Tabla 1, seguidos por aquellos proveniente de Tabasco y Quintana Roo. Cabe destacar la presencia de estudiantes de diferentes estados del país, especialmente del centro de México, así como de otras naciones. La distribución de los estudiantes según su lugar de origen y el PE al que están inscritos de la Figura 3 revela particularidades en cada PE. En Ingeniería Química Industrial (IQI), el 70% de los estudiantes son de Mérida, mientras que en Ingeniería en Alimentos (IA) la mayor proporción de estudiantes (63%) proviene de municipios de Mérida u otros estados. En la Licenciatura en Química Aplicada (LQA) la distribución es equitativa entre estudiantes de Mérida (48%) y de otras localidades (52%). Por su parte, Ingeniería en Biotecnología (IB) e Ingeniería Industrial Logística (IIL) presentan una distribución similar al promedio total (60% de Mérida y 40% de otros municipios o estados).

La diversidad de lugares de origen, costumbres e ideologías dentro de la FIQ genera un ambiente multicultural que fomenta las competencias genéricas de adaptabilidad, el respeto y la tolerancia, entre otras. Además, ofrece a los estudiantes la oportunidad de convivir con compañeros que han decidido estudiar fuera de su lugar de origen. La migración intrarregional es uno de los aspectos relevantes en la internacionalización, pues facilita el diálogo intercultural, el respeto por la identidad e idiosincrasia de los participantes y la interacción con pares académicos a nivel regional e internacional (Didou, 2018).

El análisis del nivel de competencia en aspectos vinculados con la internacionalización de la Tabla 2 indica que alrededor del 60.9% de los estudiantes encuestados manifiesta tener poca o nula comunicación en inglés u otro idioma, tanto de manera oral como escrita. Esto indica una debilidad importante en una competencia clave para la internacionalización. El 79% (bastante y mucho) de los estudiantes encuestados utilizan las tecnologías de manera creativa e innovadora, lo cual sugiere una buena adaptación a las herramientas digitales. En cuanto al trabajo colaborativo, el 90% (bastante y mucho) de los estudiantes considera que trabajan de manera colaborativa y eficiente, lo que refleja una fortaleza en esta competencia. Además, el 83% (bastante y mucho) reconoce su interés en contribuir a la solución de los problemas del mundo, lo que indica una actitud proactiva hacia los desafíos globales. El 95% de los estudiantes manifiesta actitudes favorables hacia el respeto cultural y la equidad de género, lo que refleja un ambiente inclusivo y tolerante.

Uno de los hallazgos más significativos es la necesidad de fortalecer las estrategias de comunicación oral y escrita en inglés u otros idiomas, así como de continuar fomentando el buen uso de las tecnologías y la concientización sobre problemáticas globales. En el contexto de la internacionalización, se identifican tres principales desafíos: el aprendizaje de idiomas, la inmersión intercultural para una adaptación en la universidad receptora y la disponibilidad de becas, que frecuentemente cubren parcialmente los gastos de los estudiantes fuera del lugar de origen (Gómez, 2020).

Respecto a las competencias de internacionalización relacionadas con los docentes de la Tabla 3, el 97.5% (bastante o mucho) de los estudiantes encuestados considera que los docentes crean ambientes de aprendizaje que fomentan el respeto y la inclusión. Asimismo, el 92.4% opina que sus profesores diseñan experiencias que favorecen la colaboración estudiantil, mientras que el 87.8% (bastante o mucho) reconoce que el profesorado promueve actividades que potencian la comunicación.

No obstante, el 18.3% de los estudiantes identifica que los docentes utilizan poco o nada las tecnologías con una perspectiva internacional. Este hallazgo subraya la necesidad de habilitar al profesorado en la aplicación de herramientas tecnológicas para la internacionalización. En este sentido, Gómez (2020) destaca el intercambio virtual como una estrategia efectiva para fomentar la interacción y el diálogo asertivo entre pares que proporcionan una experiencia que impacta en la competencia intercultural. El intercambio virtual ofrece a los estudiantes la opción de tomar cursos asincrónicos en universidades extranjeras apostando por el reconocimiento de créditos en la universidad de origen. La tecnología facilita modelos virtuales o híbridos que enriquecen la educación y la internacionalización, en los que el docente juega un papel determinante en los mecanismos disponibles institucionalmente (Macedo y Carbajal, 2022).

El 85% de los estudiantes encuestados manifiesta interés en realizar movilidad (66% como intercambio nacional y 19% internacional), esto refleja un alto interés en la movilidad estudiantil, especialmente a nivel internacional. La movilidad estudiantil es el recurso más conocido de la internacionalización y se entiende como el desplazamiento de un estudiante desde su universidad de origen hacia otra institución, con el propósito de cursar asignaturas, realizar trabajo de campo o participar en proyectos de investigación (Gómez, 2020).

Las investigaciones en internacionalización destacan dos enfoques principales: las actividades que se desarrollan al interior de la universidad con el propósito de desarrollar la competencia intercultural (internacionalización en casa) y las actividades que implican el establecimiento de redes académicas y la circulación del conocimiento (internacionalización en el extranjero) (Didou, 2018). Para fortalecer la internacionalización en la educación superior, es necesario considerar aspectos relevantes como la migración intrarregional, el monitoreo de los programas de internacionalización, la equidad en el acceso a oportunidades y la documentación de las prácticas exitosas (De Wit, 2011).

En la UADY, existen convenios y procedimientos para facilitar la movilidad estudiantil nacional e internacional; sin embargo, el factor económico sigue siendo un reto, ya que las becas para estancias prolongadas (semestre) en el extranjero han disminuido. Como alternativa, en los últimos años se han impulsado las estancias cortas (semanas), permitiendo a los estudiantes vivir una experiencia nacional o internacional como parte de su formación integral, sin incurrir en costos elevados. Además, es fundamental que los estudiantes reconozcan el desarrollo de sus competencias globales no solo a través de la movilidad, sino también mediante actividades en el aula que fomentan su proyección internacional.

Desde el punto de vista de la formación integral, el uso de tecnologías para conectar aulas en distintas ubicaciones geográficas facilita el encuentro con diversas realidades culturales y

académicos, sin necesidad de desplazamientos. Esto permite a los jóvenes menos favorecidos económicamente el acceso a experiencias de internacionalización.

La adquisición de competencias que permitan a los estudiantes interactuar, de manera personal y profesional, en ambientes globalizados coloca a la internacionalización como un recurso valioso para mejorar la docencia, la investigación y la vinculación promoviendo la calidad de los programas educativos y fomentando la integración de proyectos estratégicos regionales e internacionales, integrados al desarrollo de cada institución.

BIBLIOGRAFÍA

De Wit, H. (2011). Globalización e internacionalización de la educación superior. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal, 8*(2), 241–248. https://doi.org/10.7238/rusc.v8i2.1247

Didou Aupetit, S. (2018). La internacionalización en la III Conferencia Regional de Educación Superior en América Latina y el Caribe, 2018: De la Declaración al Plan de Acción. *Universidades*, (78), 19–27. https://www.redalyc.org/journal/373/37358904004/html/

Gómez López, P. (2020). ¿Qué sucederá con la internacionalización de la educación superior y la movilidad estudiantil después del COVID-19? *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 14*(2), e1348. https://doi.org/10.19083/ridu.2020.1348

Universidad Autónoma de Yucatán. (2022). *Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI)*. https://portalinsitucionalsa.blob.core.windows.net/cms/principal/documentos/Documento_MEFI_2022.pdfUniversidad Autónoma de Yucatán (UADY) (2021). Modelo Educativo para la Formación Integral (modificación). México: UADY. https://portalinsitucionalsa.blob.core.windows.net/cms/principal/documentos/Documento_MEFI_2022.pdf

Universidad Autónoma de Yucatán. (2012). *Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI)*. https://www.dgda.uady.mx/media/docs/mefi_dgda.pdf

Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) (2015). *Guía para la implementación de los ejes del MEFI*. México: UADY.

YOUTUBE COMO MÉTODO DE ENSEÑANZA ACTIVA EN ESTUDIANTES CON REZAGO ACADÉMICO

YOUTUBE AS AN ACTIVE TEACHING METHOD FOR STUDENTS IN ACADEMIC BACKLOG

O. M. Lara Pinales[1]
S. Neira Rosales[2]
M. T. Cedillo Salazar[3]
F. Banda Muñoz[4]

RESUMEN

El uso de YouTube en métodos de enseñanza activa suele percibirse como una herramienta valiosa en el proceso de aprendizaje y la formación de estudiantes de ingeniería. Sin embargo, es importante evaluar si estos métodos son igualmente efectivos en otros contextos académicos, como en estudiantes en situación de rezago. Determinar su efectividad contribuye a la reincorporación académica de estos estudiantes y a la reducción de los índices de reprobación y deserción. El presente estudio, realizado en 2024, incluyó a 41 estudiantes inscritos en un curso de asesoría ordinaria que se encontraban en situación de rezago en la materia de probabilidad y estadística en una facultad pública de ingeniería. Durante la asesoría, por medio de YouTube se les facilitó videos elaborados específicamente para los temas a revisar durante la asesoría. Se recabaron datos sociodemográficos y se registraron las calificaciones de los estudiantes al final de la asesoría. Los resultados mostraron que el 80% de los estudiantes percibió los videos como útiles y adecuados para la consulta de los temas. En cuanto al porcentaje de aprobación este fue del 68%. Un análisis de correlación indicó que la frecuencia de uso de los videos en YouTube tuvo una relación positiva significativa con la calificación final de los estudiantes [r(30) = .558, p = .01], esto sugiere que dentro del proceso de formación de los estudiantes, utilizar herramientas como YouTube puede generar impactos positivos.

ABSTRACT

The use of YouTube in active teaching methods is often perceived as a valuable tool in the learning process and in the training of engineering students. However, it is important to evaluate whether these methods are equally effective in other academic contexts, such as with students who are failing. Finding their effectiveness contributes to the academic reintegration of these students and to reducing failure and dropout rates. The present study, conducted in 2024, included 41 students enrolled in a regular tutoring course who were failing in probability and statistics at a public engineering school. During the tutoring, they were provided with videos specifically created for the topics to be reviewed via YouTube. Sociodemographic data were collected, and student grades were recorded at the end of the tutoring session. The results showed that 80% of the students perceived the videos as useful and proper for reviewing the topics. The approval rate was 68%. A correlation analysis indicated that the frequency of use of videos on YouTube had a significant positive relationship with the final grade of the students [r(30) = .558, p = .01], this suggests that within the training process of the students using tools such as YouTube can generate positive impacts.

ANTECEDENTES

A partir de la pandemia de 2020, en todos los niveles educativos ha habido numerosos cambios en el enfoque que deben tener los procesos de aprendizaje. Se promovieron métodos de enseñanza activa para la construcción del conocimiento, el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo en la formación de

[1] Jefe de Trayectoria Escolar. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-UANL. olarap@uanl.edu.mx.com
[2] Coordinador de Apoyo Académico. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-UANL. santiago.neirars@uanl.edu.mx
[3] Profesora de tiempo completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-UANL. maria.cedillosz@uanl.edu.mx
[4] Subdirector Académico. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica-UANL. fernando.bandamn@uanl.edu.mx

estudiantes. (Silvestre Zavala, 2024). Lograr este enfoque requiere la implementación de estrategias didácticas que estimulen la interacción, la indagación y la aplicación de los contenidos en contextos prácticos y reales. Una forma de lograrlo es mediante la formulación de problemas que motiven la reflexión y el análisis en el estudiante. Fomentar la exploración de soluciones mediante el trabajo colaborativo y el uso de recursos tecnológicos (Gallardo Álvarez et al., 2023).

Junto con este cambio de enfoque a la enseñanza activa, hubo un incremento en el uso de herramientas tecnológicas. Debido a los requerimientos y necesidades actuales, estas herramientas han probado su utilidad e importancia, al punto de que un número considerable de profesores continúa usándolas aun después de la pandemia y se retomaran las clases presenciales (Tejeda Polo et al., 2021). Una de estas herramientas es la plataforma digital YouTube, que en la enseñanza activa representa una herramienta valiosa para fortalecer el aprendizaje y la formación de los estudiantes, ya que permite acceder a contenido visual dinámico, facilitando la comprensión de conceptos complejos. A través de videos y demostraciones prácticas, los estudiantes pueden interactuar con el material de manera autónoma, adaptando su ritmo de aprendizaje de acuerdo con sus necesidades personales.

El uso de herramientas tecnológicas como YouTube requiere una metodología efectiva desde el punto de vista pedagógico para maximizar su impacto en los procesos de formación de estudiantes, ya que el uso indiscriminado de la herramienta puede suponer un riesgo para el estudiante (Chintalapati y Kumar Daruri, 2017). Un profesor no puede solo pedir al estudiante "buscar un video que hable sobre un tema en particular", ya que los contextos pueden ser demasiado diversos para garantizar igualdad de condiciones.

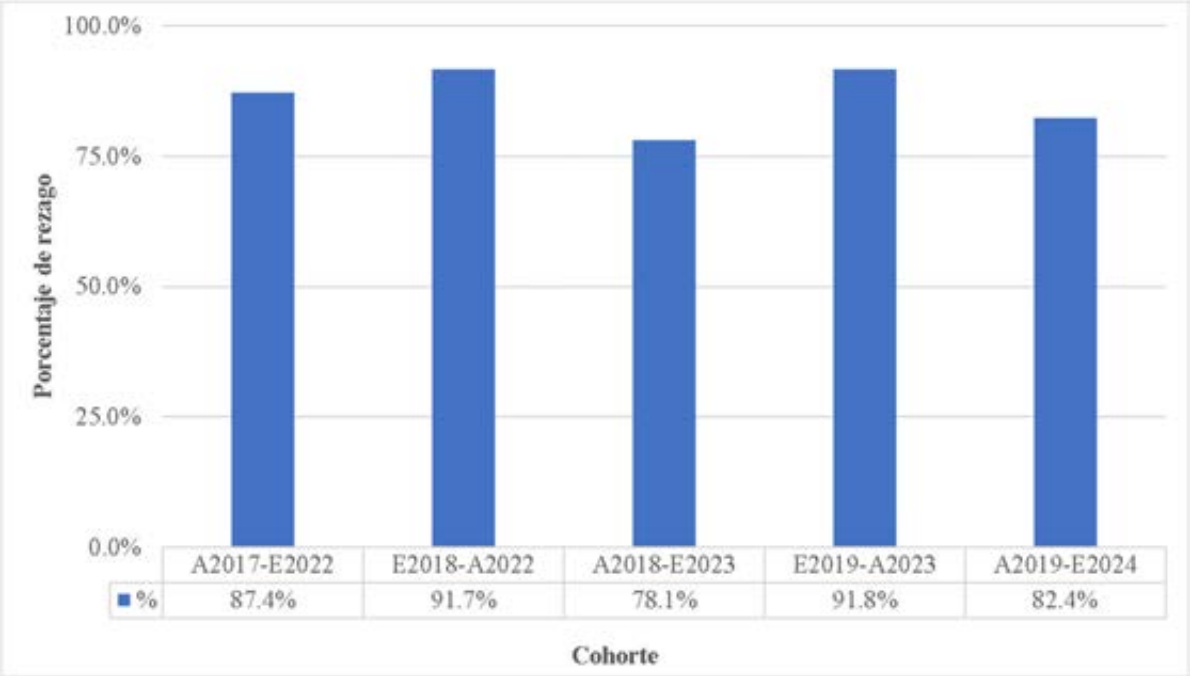
La enseñanza activa se presenta como un modelo que ayuda a reforzar el conocimiento y el aprendizaje que reciben los estudiantes durante su formación, pero ¿qué sucede con aquellos que se encuentran en situaciones de rezago académico? Un estudiante en rezago académico es aquel que cursa nuevamente una unidad de aprendizaje porque no ha alcanzado el puntaje necesario para aprobarla, lo que genera un retraso en su trayectoria escolar.

En la Facultad de Ingeniería Mecánica yEléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) se lleva a cabo un seguimiento de indicadores académicos que permite rastrear el avance de los estudiantes de forma individual, por programa educativo y por cohorte generacional. El monitoreo de estos indicadores es relevante por el impacto que representa en las instituciones de educación superior (Aguilera et al., 2017; Muñoz et al., 2023).

Con respecto al rezago académico en la FIME, la Figura 1 muestra la situación de rezago en las últimas cinco cohortes generacionales. Como se aprecia en la gráfica, más del 80% de los estudiantes llega a su último semestre con al menos una unidad de aprendizaje en situación de rezago. Ante esta situación, la FIME ofrece tres programas para atender a los estudiantes en situación de rezago y disminuir los índices de abandono y deserción estudiantil, los cuales también son indicadores relevantes para medir la calidad académica de las instituciones (Dapelo Pellerano y Rosales Muñoz, 2019). Los programas para la atención a estudiantes de rezago son:

- Asesoría ordinaria (sabatinos): Son cursos que el estudiante inscribe en el siguiente periodo escolar y constan de aproximadamente diez sesiones impartidas los sábados.
- Exámenes de regularización: Es un examen que evalúa de forma general el conocimiento del estudiante y, en caso de aprobarlo, la unidad de aprendizaje se considera acreditada.
- Reinscripción en clase ordinaria: En caso de existir disponibilidad, el estudiante puede inscribirse nuevamente en el semestre.

Figura 1. *Porcentajes de estudiantes en 10° semestre en situación de rezago académico de las últimas 5 cohortes generacionales.*



De los programas antes mencionados, la asesoría ordinaria o sabatino es la opción que la mayoría de los estudiantes elige para aprobar las unidades de aprendizaje en rezago. En este programa es donde se llevó a cabo el presente estudio, trabajando con estudiantes inscritos en el programa de asesoría ordinaria en los cursos de probabilidad y estadística.

Los resultados de este estudio ayudarán a explorar la efectividad de este programa y su importancia, ya que a partir del semestre agosto-diciembre de 2024, la FIME inició un nuevo plan académico para todos sus programas educativos de licenciatura. En diez de estos programas, la materia de probabilidad y estadística forma parte del primer ciclo de formación en ingeniería, por lo que es relevante contar con estrategias académicas que ayuden a los estudiantes a acreditar estas unidades de aprendizaje (Meriño, 2014). Por tanto, para el presente trabajo ha definido cuatro objetivos:

- Objetivo 1: Evaluar la percepción y el uso de YouTube como herramienta de aprendizaje en estudiantes en situación de rezago académico.
- Objetivo 2: Medir el impacto del uso de YouTube en las calificaciones de los estudiantes.
- Objetivo 3: Medir el impacto en el proceso de formación de estudiantes por medio de los porcentajes de aprobación.

- Objetivo 4: Determinar si otros factores sociodemográficos o académicos contribuyen a explicar el desempeño de los estudiantes en situación de rezago académico.

METODOLOGÍA

Para este estudio se trabajó con estudiantes en situación de rezago académico de la materia de probabilidad y estadística en la FIME. El trabajo fue de manera presencial con una duración de 3 horas clase de 50 minutos por semana. Durante la asesoría el profesor asumirá un rol de facilitador, proporcionando retroalimentación oportuna. Se busca que el estudiante logre sintetizar y aplique el conocimiento adquirido a la resolución de actividades durante la asesoría.

Tabla 1. *Datos sociodemográficos de la muestra*.

Característica	*n*	%
Sexo biológico		
Hombre	36	87.8
Mujer	5	12.2
Edad en años		
17	3	7.3
18	9	22
20	20	48.8
21	2	4.9
22	5	12.2
24	1	2.4
26	1	2.4
Programa educativo		
Ingeniería en Administración y Sistemas (IAS)	5	12.2
Ingeniería en Automatización (IEA)	5	12.2
Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones (IEC)	1	2.4
Ingeniería Mecánica y Administración (IMA)	10	24.4
Ingeniería Mecatrónica (IMTC)	10	24.4
Ingeniería Mecánica y Eléctrica (IME)	4	9.8
Ingeniería en Tecnología de Software (ITS)	6	14.6
Semestre en curso		
2°	15	36.6
3°	16	39.0
4°	6	14.6
5°	4	9.8
Oportunidad en la que cursó la unidad de aprendizaje		
3ra oportunidad	28	68.3
5ta oportunidad	13	31.7

Nota. $N = 41$. La edad promedio de los participantes fue de 19.9 años ($DE = 1.85$).

De acuerdo con Wellens et al. (2022) se debe promover la enseñanza activa para fortalecer la comprensión conceptual, desarrolla habilidades metacognitivas y favorece la transferencia del aprendizaje a las actividades que realicen dentro y fuera del salón de clase.

Se integrará contenido de videos para consulta de los temas a revisar durante la asesoría por medio de la plataforma YouTube. Integrar herramientas y tecnologías de la información como en un proceso de enseñanza activa contribuye a que los estudiantes analicen, discutan y apliquen la información obtenida por estos medios y después elaboren o trabajen problemas prácticos que requieran los conocimientos que han sido adquiridos (Tejeda Polo et al., 2021).

En el caso particular de YouTube, la plataforma no solo se convierte en un medio de acceso a la información, sino en un recurso que potencia la construcción activa del conocimiento y el desarrollo de competencias digitales (Boniface, 2024). Llevado a la práctica de forma apropiada, el uso de YouTube puede ser un apoyo y complemento a la formación de estudiantes en cualquier área del conocimiento (Sharma y Sharma, 2021).

Este trabajo se realizó durante el año 2024 con una muestra por conveniencia de 41 estudiantes que inscribieron el curso de asesoría ordinaria para la materia de probabilidad y estadística. La intervención se llevó a cabo en un total de cuatro grupos: dos en el periodo enero-junio y dos en el periodo agosto-diciembre. Este estudio puede ser categorizado como preexperimental, ya que no se contó con un grupo de control.

Al inicio de cada semestre se aplicó una encuesta a los estudiantes para recabar información sociodemográfica, la cual se presenta en la Tabla 1. Los estudiantes inscritos en el curso de asesoría ordinaria fueron evaluados mediante dos exámenes aplicados durante el curso, así como a través de actividades de repaso sobre los temas abordados en la asesoría. Se proporcionó a los estudiantes un enlace a una lista de reproducción en YouTube con videos que contenían explicaciones sobre los temas específicos a revisar durante el curso.

Al final de la asesoría se registraron las calificaciones finales de los exámenes, el número de actividades entregadas y las calificaciones finales. Se aplicó una encuesta de salida para conocer la opinión de los estudiantes sobre la utilidad de los videos con los temas (Extremadamente, Muy, Moderadamente, Poco y Nada) y qué porcentaje de videos usaron durante la asesoría (Vi el 100%, Vi aproximadamente un 80%, Vi aproximadamente un 50%, Vi menos de un 30% y No vi ninguno). Posteriormente a la recolección de la información, se codificaron las respuestas y se realizó un análisis descriptivo de correlación a través del software SPSS en su versión 26, para determinar si existen relaciones significativas entre el número de videos que los estudiantes observaron y su calificación final.

RESULTADOS

Con respecto a la utilidad de los videos en YouTube, la Figura 2 muestra que la mayoría de los estudiantes expresó que son útiles. Es decir, se refuerza la idea de que el uso de recursos digitales es favorable (Zabalza et al., 2019). Esto sugiere que estos recursos pueden ser usados en diferentes cursos como apoyo al proceso de aprendizaje. Continuando con el análisis de los datos, se llevó a cabo una correlación de Pearson entre seis de las variables sociodemográficas y del desempeño académico de los estudiantes. La Tabla 2 muestra los resultados del análisis de correlación.

Se observa que la edad no parece tener un impacto significativo en la calificación; sin embargo, el semestre sí parece ser un factor significativo en dos variables: la cantidad de actividades entregadas durante la asesoría [$r(39) = .322$, $p = .05$] y la calificación final [$r(39) = .323$, $p = .05$]. Esto puede indicar que los estudiantes de semestres más avanzados muestran un mayor compromiso con respecto a su situación de rezago. La variable de actividades entregadas fue la que presentó la correlación más alta con la calificación final de los estudiantes [$r(39) = .715$, $p = .01$]. Este resultado coincide con lo encontrado en un trabajo previo de los autores (Lara Pinales et al., 2023), donde el factor que más se correlaciona con

el desempeño académico de un estudiante es el trabajo que realiza durante el semestre (tareas, actividades, producto integrador de aprendizaje, etcétera).

Figura 2. *Percepción de los estudiantes con respecto a la utilidad de los vídeos en YouTube.*

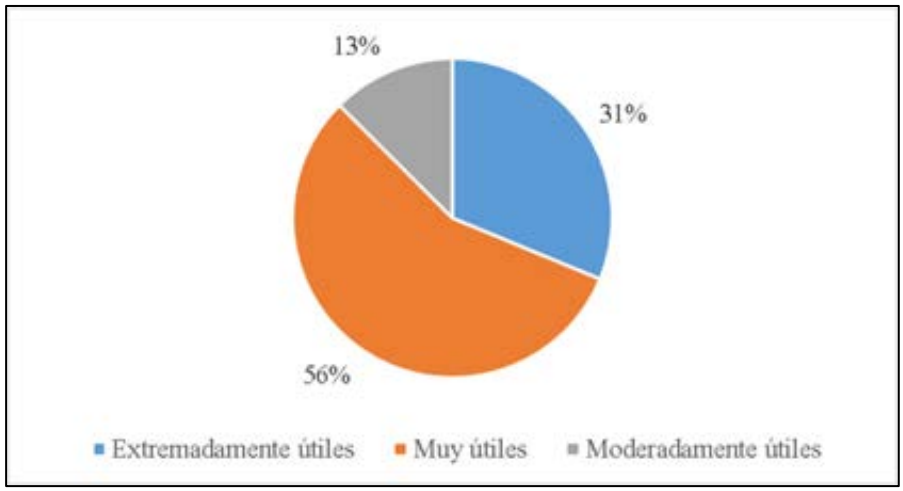


Tabla 2. *Prueba de correlación de Pearson y niveles de significancia entre las variables de estudio.*

	Edad	Sem	Op	Act	E1	E2	CF	YT
Edad	-							
Sem	.266	-						
Op	.103	.238	-					
Act	-.090	.322*	.192	-				
E1	-.177	-.137	-.042	.093	-			
E2	-.041	.043	.008	.131	.395*	-		
CF	.072	.323*	.199	.715**	.317	.361	-	
YT	-.020	-.176	.286	-.099	.586**	.116	.558**	-

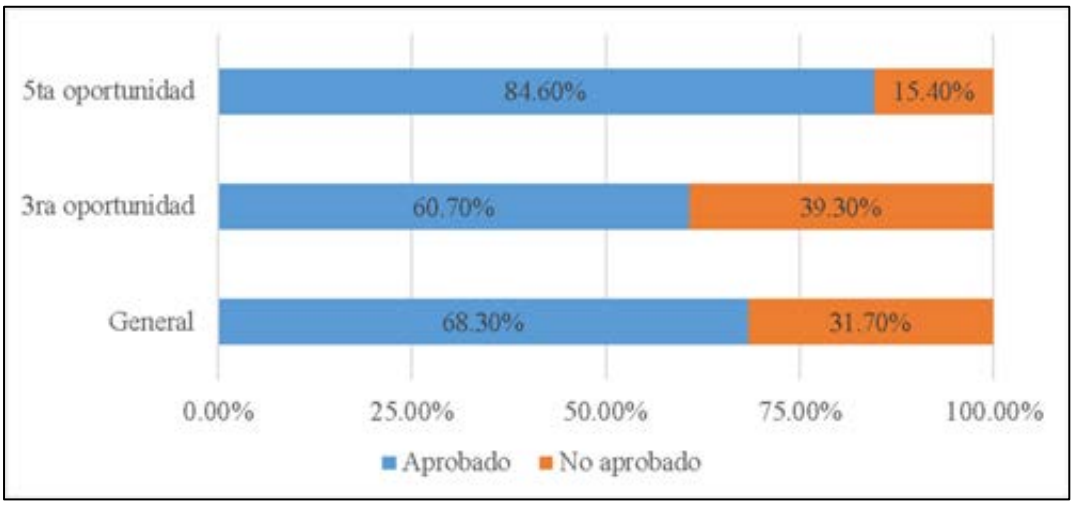
Nota. Sem = Semestre, Op = oportunidad, Act = actividad, E1 = primer examen, E2 = segundo examen, CF = Calificación final, YT = Uso de YouTube.
*** La correlación es significativa a .05 (2 colas).**
**** La correlación es significativa a .01 (2 colas).**

Se encontró que la calificación del primer examen de asesoría correlacionó con la calificación del segundo examen [r(26) = .395, p = .01] y con la cantidad de videos en YouTube que los estudiantes vieron [r(28) = .586, p = .01]. Esto sugiere que una calificación favorable en el primer examen es un indicador significativo del desempeño académico. Asimismo, el uso de los videos puede contribuir a mejorar la calificación en el primer examen.

La última correlación significativa fue la de calificación final obtenida y la cantidad de videos que vio cada estudiante [r(30) = .558, p = .01], lo que puede interpretarse desde dos perspectivas: que los estudiantes que vieron más videos pudieron obtener mejores calificaciones o bien que los estudiantes con mayor desempeño académico utilizaron los videos en YouTube con mayor frecuencia para repasar los temas. Finalmente, la Figura 3 muestra cuáles fueron los porcentajes de aprobación de los estudiantes en general y por

oportunidad. Cabe destacar que el nivel de aprobación en estudiantes de quinta oportunidad fue superior al 80%, lo que contribuye a su reinserción, evitando una situación de abandono o deserción.

Figura 3. *Porcentaje de aprobación general y por oportunidad de estudiantes de asesoría ordinaria en 2024.*



CONCLUSIONES

Con respecto a los resultados de este estudio, se procede a responder a cada uno de los objetivos planteados.

- Objetivo 1: Evaluar la percepción y el uso de YouTube como herramienta de aprendizaje en estudiantes en situación de rezago académico.

De forma general, los estudiantes perciben favorablemente el uso de YouTube como apoyo en su proceso de aprendizaje y de formación. Contar con recursos en línea que pueden ser consultados libremente y están disponibles en cualquier momento resulta beneficioso. Sin embargo, es importante que estos recursos no sean arbitrarios, sino que sean diseñados específicamente para los programas en los cuales se planea utilizarlos. No es recomendable usar recursos que no han sido adecuados o adaptados a los cursos o las unidades de aprendizaje.

- Objetivo 2: Medir el impacto del uso de YouTube en las calificaciones de los estudiantes.

Las calificaciones de los estudiantes presentaron una correlación positiva con relación al uso de los videos en YouTube, lo que sugiere que el uso de estos recursos contribuye positivamente al proceso de aprendizaje y formación de los estudiantes en situación de rezago académico.

- Objetivo 3: Medir el impacto en el proceso de formación de estudiantes por medio de los porcentajes de aprobación

En el aspecto de la formación de los estudiantes el resultado mostró que se reintegró un 68.3% del total de estudiantes que estaba en situación de rezago en la materia de probabilidad y estadística.

- Objetivo 4: Determinar si otros factores sociodemográficos o académicos contribuyen a explicar el desempeño de los estudiantes en situación de rezago académico.

Dentro de las variables sociodemográficas estudiadas, solamente el semestre parece presentar una correlación positiva significativa. Esto indica que los estudiantes de semestres más avanzados en situación de rezago consideran el uso de más recursos para su proceso de formación. Es importante señalar que la correlación más significativa se presentó entre la calificación final y las actividades entregadas. Dentro de la formación del estudiante el trabajo que realiza durante el semestre y su cumplimiento con las actividades se muestra como el principal factor de correlación con su desempeño académico. Por ello, es un factor importante para evaluar durante la asesoría, ya que puede ser un predictor significativo del porcentaje de aprobación de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, J. P., Rodríguez Vera, M., Parrao Salfate, S., & Monteverde Videla, A. (2017). Acompañamiento para la permanencia en la educación superior de estudiantes de la Universidad de Playa Ancha durante el 1er semestre de 2017. *Congresos CLABES*. https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1607

Boniface, U. E. (2024). *YouTube as an effective digital tool for learning in emerging economy: Opportunities and challenges*. SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.4986013

Chintalapati, N., & Daruri, V. S. K. (2017). Examining the use of YouTube as a learning resource in higher education: Scale development and validation of TAM model. *Telematics and Informatics, 34*(6), 853–860. https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.08.008

Dapelo Pellerano, B., & Rosales Muñoz, C. (2019). Acompañamiento académico mediante facilitación del aprendizaje entre pares: Una estrategia efectiva para progresar desde el primer año y permanecer en la universidad. *Revista de Orientación Educacional, 33*(64), 3–22. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7773091

Gallardo Álvarez, D. I., Razón González, J. P., & Vargas Espinoza, E. G. (2023). Entornos de aprendizaje a través de la emulación para la enseñanza de redes programables. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 15*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/913

Lara Pinales, O. M., Neira Rosales, S., & Cedillo Salazar, M. T. (2024). YouTube como herramienta de aprendizaje asíncrono en cursos de probabilidad y estadística. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*. https://doi.org/10.63136/read162024949pp179

Meriño, I. D. C. (2014). Acompañamiento a estudiantes en alto riesgo en la Facultad de Ingeniería. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (EIEI ACOFI 2014)*. https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1248

Muñoz, L. A., Huamán Mesía, L., & Vilchez Gonzales, O. (2023). Sistematización de estrategias de acompañamiento y monitoreo del desempeño académico de estudiantes universitarios de primer año. *Spirat. Revista Académica de Docencia y Gestión Universitaria, 1*(1), 27–38. https://doi.org/10.20453/spirat.v1i1.4322

Sharma, D. T., & Sharma, S. (2021). A study of YouTube as an effective educational tool. *The Journal of Contemporary Issues in Business and Government, 27*(1), 2686–2690. https://cibgp.com/index.php/1323-6903/article/view/743

Silvestre Zavala, J. (2024). Caso de éxito del aprendizaje activo en la enseñanza aprendizaje de física en ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*, 100–110. https://doi.org/10.63136/read162024941pp100

Tejeda Polo, P. L., Ruiz Tejeda, M. L., & Millán Tinoco, V. (2021). Adecuación e impacto de las estrategias de enseñanza aprendizaje del ingeniero apoyado en las TIC. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 13*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/754

Wellens, A. G., Pérez Silva, A. M., & Ordaz Carrillo, M. I. (2022). Elementos de ludificación en un curso híbrido de probabilidad a nivel licenciatura. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 14*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/809

Zabalza, I., Peña, B., Zalba, B., & Marín, J. M. (2019). Uso de YouTube como herramienta educativa de apoyo a la docencia en termodinámica e ingeniería térmica. En *IN-RED 2019: V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 40–51). Universitat Politècnica de València. https://doi.org/10.4995/INRED2019.2019.10363

ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS DIDÁCTICOS INDIVIDUALES PARA FOMENTAR EL TRABAJO EN EQUIPO

DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL LEARNING TOOLS TO PROMOTE TEAMWORK

R. E. Hernández Jiménez[1]
E. Munguía Balvanera[2]

RESUMEN

Para estar al ritmo de los avances de la ciencia los estudiantes universitarios deben aprender a estudiar por sí mismos. Es necesario fomentar la búsqueda, integración y aplicación del conocimiento y más que la mera acumulación del conocimiento. Para ello se aplicaron estrategias pedagógicas como son Aprendizaje Basado en Equipos, el Aprendizaje para el Dominio y la implementación del Aula Invertida, añadiendo instrumentos de aprendizaje personalizados denominados Control de Lectura y Problemario. Se aplicaron las estrategias a cuatro grupos de primer ingreso de ingeniería que suman 149 alumnos. Se elaboraron los instrumentos personalizados, diferentes para cada alumno y se aplicaron junto con las otras estrategias. El resultado fue, dos años y medio después de su ingreso, la disminución del porcentaje de deserción de 40% al 20% y un elevado aprovechamiento académico. Además, los docentes, formando equipo, hicieron los instrumentos personalizados para cubrir las materias de ciencias básicas. La siguiente área de oportunidad es expandir a otros semestres las estrategias mencionadas y consolidar las ya aplicadas.

ABSTRACT

To keep up with scientific advances, university students must learn to study independently. It is necessary to promote the search, integration, and application of knowledge rather than merely accumulating information. To achieve this, pedagogical strategies such as Team-Based Learning, Mastery Learning, and the implementation of the Flipped Classroom were applied, along with personalized learning tools called Reading Checks and Problem Sets. These strategies were implemented with four first-year engineering groups, totaling 149 students. Personalized instruments were created, different for each student, and applied alongside the other strategies. The results showed that, two and a half years after enrollment, the dropout rate decreased from 40% to 20%, and academic performance significantly improved. Additionally, the teachers collaborated as a team to create personalized tools to cover basic research subjects. The next area of opportunity is to expand these strategies to other semesters and to further consolidate those already applied.

ANTECEDENTES

La inteligencia y la afectividad son inseparables, aunque se estudian por separado. Piaget compara la inteligencia con un carro y la afectividad con la gasolina que lo impulsa. La afectividad gestiona la energía para realizar tareas.

La Tabla 1 muestra los términos de inteligencia (arriba) y afectividad (abajo), orientando el proceso de funciones inteligencia-afectividad.

[1] Profesora Investigadora. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. rosa.hernandezj@ujat.mx
[2] Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. emmanuel.munguia@ujat.mx

Tabla 1. *Descripción de la relación entre inteligencia y afectividad. Elaboración propia.*

Desequilibrio		Interés interno o impuesto desde el exterior		Necesidad		Acción		Equilibrio
↓	↗	↓	→	↓	→	↓	→	↓
Excitación afectiva		Curiosidad reto deseo ansia anhelo		Carencia aprieto urgencia privación obligación		Placer fogosidad fatiga esfuerzo aburrimiento		Éxito satisfacción fracaso

El trabajo en equipo mejora el desempeño escolar al motivar a los estudiantes, fortalecer sus vínculos sociales y habilidades colaborativas. Un equipo efectivo es estructurado, se comunica e interactúa bien. El primer semestre universitario es ideal para fomentar esta práctica.

El trabajo en equipo facilita el cumplimiento de objetivos, aumenta la motivación y creatividad, y mejora las habilidades sociales. Es muy valorado en el mercado laboral y demandado por las empresas. Un equipo con confianza mutua puede comunicar ideas, colaborar en tareas y fortalecer su actividad grupal, generando un sentido de pertenencia.

La coordinación y cooperación generan empatía, comprensión mutua y apoyo a ideas diferentes, fomentando su desarrollo.

Aprendizaje Basado en Equipos

El Aprendizaje Basado en Equipos (Team Based Learning Collaborative, 2025) es una metodología diseñada para fomentar el aprendizaje activo y efectivo en grupos pequeños. Promueve la participación, la reflexión y el pensamiento crítico en los estudiantes.

El trabajo en equipo fortalece el empoderamiento y compromiso de los miembros, mejora la comprensión mutua y permite destacar fortalezas individuales. Fomenta relaciones interpersonales, desarrolla habilidades clave como liderazgo, resolución de problemas, escucha activa, organización, flexibilidad y responsabilidad. Enseña actitud crítica, promueve la diversidad, aprendizaje de nuevas tecnologías, actividades artísticas y juegos grupales.

Aprendizaje para el Dominio

El Aprendizaje para el Dominio (Khan Academy, 2025) ofrece contenido personalizado y autodirigido, permitiendo a los estudiantes practicar hasta dominar habilidades antes de aprender nuevas.

Esta estrategia se fundamenta en la idea de que cada estudiante puede aprender con el tiempo y el ambiente de aprendizaje adecuados. Por esta razón, es esencial para el Aprendizaje para el Dominio proporcionar las pausas de tiempo necesarias para que los estudiantes puedan asimilar los temas.

Es fundamental entender que todos siempre están aprendiendo. Los docentes no solo enseñan su materia, sino que pueden asesorar a los estudiantes en cualquier tema durante la clase, especialmente en el primer ciclo. Deben estar preparados para experiencias de Aprendizaje para el Dominio y aprendizaje en espiral, abarcando bloques básicos como matemáticas, física y química, así como humanidades y naturales.

El aprendizaje para el dominio, también conocido como aprendizaje basado en estándares o competencias, permite a los estudiantes avanzar a su ritmo con contenido personalizado. Los estudiantes reciben comentarios significativos y se les anima a repetir las habilidades hasta dominarlas. Las actividades programadas y la asesoría de docentes, estudiantes avanzados (Mentis) y compañeros son esenciales.

Implementación del Aula Invertida

Se propone que los alumnos estudien fuera de clase para realizar actividades en el aula, donde sean más participativos y el docente actúe como asesor. Este método incluye a estudiantes como mentores y maestros observando y asesorando a los alumnos, fomentando su participación (unir La Universidad en Internet, 2025).

El desafío es cómo fomentar el trabajo en equipo entre los estudiantes para que realizar tareas de forma grupal se convierta en una práctica habitual.

El objetivo es fomentar la discusión grupal asignando tareas individuales a los estudiantes.

Los objetivos específicos consisten en integrar elementos de diversas estrategias educativas, tales como la implementación del Aprendizaje Basado en Equipos, el Aprendizaje para el Dominio y el modelo de Aula Invertida.

La pregunta de investigación se centra en identificar tácticas y herramientas eficaces para fomentar conductas y pautas de comportamiento en los estudiantes, con el fin de que participen activamente en actividades grupales de aprendizaje y formación integral.

Es necesario modificar el aislamiento de los estudiantes de primer semestre porque la educación tradicional no enfatiza el trabajo grupal.

El contexto es en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco durante el ciclo 2023-2, aplicado a 145 estudiantes distribuidos en 4 grupos de nuevo ingreso. A todos los estudiantes se les denomina Grupo Piloto.

Una de las limitaciones es la adecuación de las estrategias anteriores. Los objetivos particulares planteados requieren la elaboración de material didáctico. Este documento se enfoca en la creación de dos tipos de material didáctico: el Control de Lectura (CL) y el Problemario (P).

Este estudio se centra en la formación completa del estudiante de ingeniería, abarcando su desarrollo científico y promoviendo sus habilidades sociales.

METODOLOGÍA

El Grupo Piloto será el grupo experimental para probar los instrumentos de aprendizaje.

El marco teórico se basa en la teoría constructivista (Piaget y Inhelder, Psicología del niño, 1969), retomada por García (Psicogenesis e historia de la ciencia, 1982) y aplicada a la evolución de la ciencia mediante las categorías Intra, Inter y Trans (García, Sistemas complejos, 2006). Estas categorías tienen varias connotaciones que García presenta en una tabla (2006). En la página 158 del libro, el Cuadro 4.1, Síntesis de operaciones en los mecanismos intra, inter, y trans, menciona que Intra corresponde al desarrollo de operaciones internas; Inter, al desarrollo de operaciones concretas vinculadas a los observables; y Trans, al desarrollo de operaciones formales vinculadas a la lógica y matemáticas. El aprendizaje inicia con la acción hasta alcanzar la generalización o entendimiento de la teoría.

La plataforma Khan Academy (2025) se utiliza para fomentar el Aprendizaje Basado en Equipos, eligiendo temas complementarios al programa de la materia. El docente puede seleccionar sin sobrecargar tareas y solicita un reporte a Khan Academy para evaluar el progreso del estudiante.

Para implementar el Aula Invertida, se usó la Plataforma Institucional (Teams) como si la asignatura fuera a distancia. Las actividades y tareas se suben con un tiempo de entrega marcado. Los resultados obtenidos, junto con otras actividades, determinan la calificación.

Para el diseño de actividades individuales se emplean las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Se recomienda la utilización de instrumentos de aprendizaje generados por tema y personalizados para cada estudiante. Estos instrumentos son elaborados por un equipo de docentes. Los ingenieros, como autores, sugieren utilizar los Controles de Lectura (CL) y Problemarios (P) como base para implementar las estrategias mencionadas. A continuación, se describe el proceso de elaboración del CL y del P.

Control de Lectura (CL)

Se confecciona una tabla en un procesador de textos que contiene 100 preguntas basadas en un libro específico, denominándose así CL. Aunque el estudiante puede consultar diferentes fuentes, el CL está alineado con el texto propuesto. No se recomienda el uso de herramientas digitales como Google Forms o Teams Forms, debido a que el volumen de preguntas complica su creación y estas plataformas no permiten una manipulación sencilla de la información.

Para la elaboración de una Tabla de 100 reactivos, se utilizan seis columnas: número del reactivo, pregunta, solución y tres distractores. Se sugiere avanzar de cuatro en cuatro en las preguntas, de modo que las respuestas de unas sirvan como distractores para otras.

Con la lista de alumnos, se corre una macro que realiza estas acciones:

1) Elige diez reactivos al azar en bloques de 10 a partir de los 100 disponibles, creando un cuestionario (CL) por alumno. Se documenta cada alumno con sus 10 reactivos.
2) Se sube el documento a la plataforma institucional Teams para que los alumnos lo descarguen.
3) Los alumnos resuelven el cuestionario consultando bibliografía o trabajando en grupo.

4) Se crea un formulario (Form en Windows o Google) para registrar respuestas y justificarlas en un documento.
5) Los alumnos completan el formulario (Forms en Teams).
6) El maestro obtiene la base de datos del formulario Form.
7) Utilizando una Macro de Excel, el maestro califica usando las respuestas de la macro y del formulario.
8) El docente obtiene rápidamente las calificaciones de todos los CL aplicados en el curso.

Problemario (P)
Cada problema se presenta en una hoja de cálculo (Excel), con un problema por hoja. Se deben seguir ciertas restricciones para crear una base de datos con los datos y resultados. Los autores recomiendan este formato:

El Problemario puede incluir varios problemas, cada uno en una hoja con la misma estructura.

En el renglón 1, se colocan las etiquetas de la Base de Datos.

En el renglón 2, se registran los datos del problema y los resultados obtenidos.

En el renglón 3, se escribe la palabra "Datos".

En el renglón 4, se agregan los datos generados aleatoriamente que sean congruentes con el problema, especificando cantidad y número de decimales.

El problema planteado se resuelve en Excel, colocando los resultados en el renglón 2. Luego, se crea una base de datos en una nueva hoja con el listado de alumnos mediante una macro que asigna los datos y resultados a cada uno. Estos se integran en un documento de Word que previamente contiene la redacción del problema. Los datos se asignan usando la función de Correspondencia e insertando los campos en el escrito del problema, generando un P individual para cada alumno. El alumno debe resolver el problema en su libreta. El docente puede anexar los resultados del P. Si se entregan los resultados, el alumno debe validar el procedimiento. La calificación se asigna en una entrevista donde el alumno utiliza lenguaje técnico para responder preguntas del docente.

RESULTADOS
Las herramientas de aprendizaje fueron implementadas en el grupo experimental correspondiente a la generación 2023-2, compuesto por 145 estudiantes distribuidos en cuatro grupos de primeros semestres. Este programa de intervención se denominó Grupo Piloto. La estrategia predominantemente utilizada en el aula consistió en proporcionar una breve descripción teórica inicial, seguida de la exposición de unos cuantos ejercicios. Posteriormente, los estudiantes resolvían sus propios ejercicios, con la posibilidad de consultar al docente o docentes, a los Mentis (estudiantes de semestres avanzados) o a sus propios compañeros.

Los resultados de la aplicación de los instrumentos se presentan en la Tabla 2.

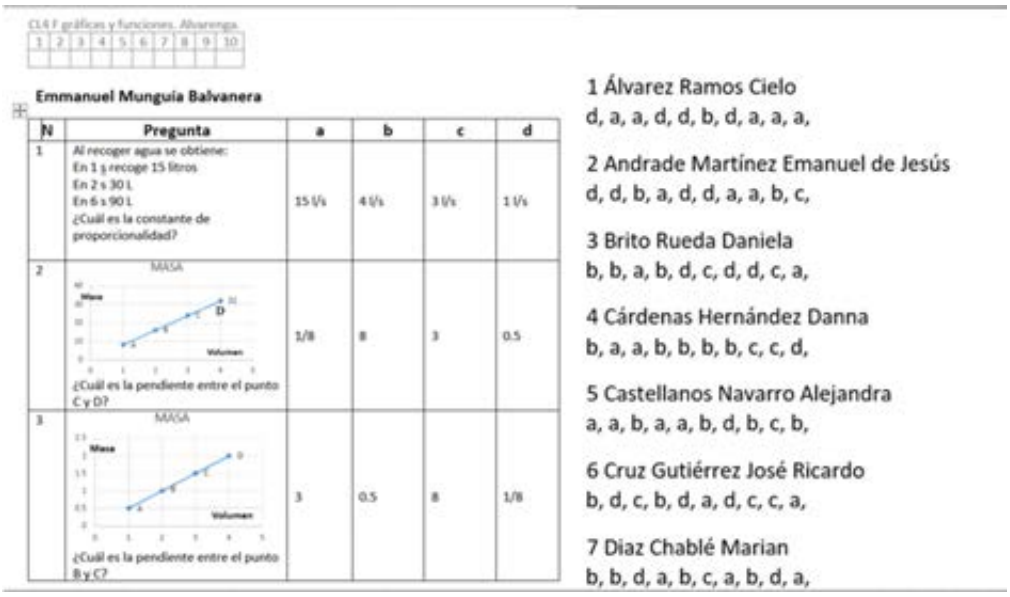
Tabla 2. *Comparativo de las diferentes cohortes de estudiantes de ingeniería civil. Programa de tutorías UJAT.*

Cohorte	Ciclos cursados	Total ingreso	% retención	Posible terminar en 4 años
2021-02	7	145	63%	0
2022-02	5	162	66%	0
2023-02	3	145	82%	12

Hasta la fecha, la generación de estudio ha mostrado un índice de retención superior al de otras generaciones o cohortes. Además, el avance curricular se refleja en los 12 alumnos que pueden terminar sus estudios en 4 años.

La Figura 1 muestra 4 de los 10 reactivos del Control de Lectura (CL), elegidos aleatoriamente de una base de 100. Esto genera un Control de Lectura individual para los 145 alumnos.

Figura 1. *Ejemplo de CL izquierda y las respuestas a la derecha.*



En la Figura 2 se ilustra un Problemario. Y en la Figura 3 un fragmento de la base de datos.

Figura 2. *Ejemplo de Problemario de Física y su Base de Datos.*

Problemario de vectores

«nombre»

[1] Las componentes de un vector valen Fx = «F11» **î** y Fy = «F21» **ĵ** Kg_{fuerza}, encuentra: el vector, su magnitud y su ángulo con la horizontal. ¿Cuánto vale el coseno del ángulo con la horizontal y cuánto el coseno con la vertical? Con dichos valores obtén el vector unitario del vector.

[2] Un vector horizontal vale F1 = «Fx2» u, y otro vertical vale F2 = «Fy2» u, encuentra la suma y llámala resultante, y de la resultante calcula su magnitud, su ángulo con la horizontal y el vector unitario. Con base en el vector unitario encuentra el ángulo de la resultante con los ejes cartesianos.

[6] Un bloque es arrastrado por dos niños, según la imagen en planta. Si la magnitud de F1= «F16» new y la magnitud de F2 = «F26» new. Calcula el vector resultante, su magnitud y ángulo con la horizontal

[7] Un barco requiere ser arrastrado en un canal con una fuerza de «R7» ton, un vehículo lo jala con F1= «F17» ton en la dirección indicada, ¿Cuánto debe jalar el vehículo de la otra orilla y en que ángulo? Resuélvelo en forma gráfica y analítica.

[8] ¿Cuánto vale la tensión en las cuerdas si el peso W es «W8» new?

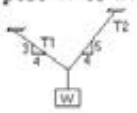


Figura 3. *Base de datos con datos y resultados de cada Problemario,*

num	nombre	n1	n2	n3	n4	n5	pmen	ppar	mulcinco	A	B
1	Brenda Daniela Bulos Ca	1	2	5	7	8	0.4	0.4	0.2	0.9	0.8
2	Juan Carlos Cardenas	2	3	4	6	8	0.6	0.8	0	0.5	0.83
3	Luis Pablo Diaz de la O	2	3	5	6	8	0.4	0.6	0.2	0.57	0.98
4	Alejandro Gasca Góme	2	3	5	7	8	0.4	0.4	0.2	0.95	0.9
5	Gonzalo Israel Pérez Jul	2	3	4	5	9	0.6	0.4	0.2	0.97	0.62
6	Osward Alexis Santos M	1	2	5	6	9	0.4	0.4	0.2	0.76	0.53
7	Fany Denis Solis Santia	2	3	5	6	8	0.4	0.6	0.2	0.82	0.57
8	Teresa Julissa Abreu Sa	1	2	4	6	9	0.6	0.6	0	0.74	0.68

En la Figura 4, a la izquierda, se muestra una parte de la Macro para el CL; y a la derecha una sección de la Macro para crear la Base de Datos del Problemario. Las herramientas mencionadas: Khan Academy, CL y P, facilitan el Aprendizaje Basado en Equipos, el Aprendizaje para el Dominio y la implementación del Aula Invertida. Cada una proporciona datos diferentes para cada alumno, lo que permite una amplia interacción entre los estudiantes.

Figura 4. *A la izquierda sección de Macro para generar los CL. A la derecha sección de Macro para generar los problemarios.*

```
Sub Revolver(ByVal numcontrol As Integer)
Dim r(10) As Integer
Dim escoje(10) As Integer
Dim resp As String
Dim respuesta(10) As Integer
Dim noreactivo As Integer

' Genera valores aleatorios entre 1 y 10, de
10 en 10
    For j = 1 To 10
        escoje(j) = Int((10 * Rnd) + 1 + (j
- 1) * 10)

    Next j

     'poner en una tabla auxiliar, al inicio
de "todos", los diez reactivos

 For j = 1 To 10
Windows("reactivos.docx").Activate
    ActiveDocument.Tables(1).Cell(escoje(j),
1).Select
```

```
Sub Macro1()
'
' Macro1 Macro
' Macro grabada el 23/08/2001 por EMMANUEL MUNGUIA B
'
' Acceso directo: CTRL+z
'
    Range("A4").Select
    Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    Range("A2").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
        False, Transpose:=False
    Range(Selection, Selection.End(xlToRight)).Select
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Copy
    Sheets("resp").Select
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _
        False, Transpose:=False
    Selection.End(xlToRight).Select
    ActiveCell.Offset(0, 1).Range("A1").Select
End Sub
Sub Macro3()
```

CONCLUSIONES

Los estudiantes mostraron una notable proactividad al organizarse en grupos para resolver tareas y reflexionar de manera individual. Simultáneamente, cuatro docentes del primer semestre trabajaron en equipo para monitorear el progreso del aprendizaje de los alumnos, analizar los temas e identificar elementos comunes entre las diferentes asignaturas.

Dentro de la innovación se puede incorporar elementos que no contemplan los temarios formales pero que son solicitados por los Grupos de Interés y los Atributos de Egreso.

Se distribuyeron los temas de algunas asignaturas a otras, por ejemplo, parte de las sesiones de la asignatura Habilidades del Pensamiento se tomó para implementar temas de Matemáticas y Física, se atendieron esos temas como una introducción al manejo del software. Se utilizó software como es *Calculadora Científica* HIPER, *Hoja de Cálculo* (Excel), *GeoGebra*, *Math* de Inteligencia Artificial, *Khan Academy* para el autoaprendizaje, entre otros softwares que el docente recomiende.

Las pautas de conducta generadas se siguen conservando en los siguientes ciclos por los estudiantes. Actualmente se les ve formando equipos con otros compañeros que no necesariamente son con los que simpatizaba en el primer semestre.

Se considera exitoso la implementación de esta estrategia dado que disminuyo el índice de deserción como se mostró en la Tabla 2.

BIBLIOGRAFIA

García, R. (1982). *Psicogenesis e historia de la ciencia.* México: Siglo XX.

García, R. (2006). *Sistemas complejos.* Barcelona: Gedisa S. A.

García, R. (2006). *Sistemas complejos Conceptos, Método y Fundamentación Epistemológica de la Investigación Interdisciplinaria.* Barcelona: Gedisa Editorial S. A.

Habib Mireles, L., Zambrano Garza, M., & Rocha Moreno, R. (2024). Efectos de la tutoria en resultados del apprendizaje de estudiantes de primer año de ingenierìa. *Revista electrónica ANFEI Digital*, 219-228.

Khan Academy. (11 de feb de 2025). *khanacademy.org*. https://es.khanacademy.org/about: https://es.khanacademy.org/about

Piaget, J. (2005). *Inteligencia y afectividad.* Buenos Aires: Aique.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *Psicología del niño.* Madrid: Morata S. L.

Reyes Sánchez, E., Hernández Rodríguez, A., Reyes, A., & Rojas Segovia, F. (2024). Chat GPT: apoyo tecnológico para estudiantes universitarios. *Revista Electrònica ANFEI Digital*, 411-419.

Rocha Duran, Y., Roméro Ángeles, B., & Rojas Castrejón, Y. (2024). Plataforma de asesoría matemática para estudiantes del primer semestre en ingeniería. *Revista electrónica ANFEI Digital*, 361-369.

Team Based Learning Collaborative. (13 de feb de 2025). *Team-Based Learning (TBL)*. team based learning.org: https://www.teambasedlearning.org/que-es-tbl/

Unir La Universidad en Internet. (13 de feb de 2025). *Flipped Classroom o aula invertida, las claves de una metodología rompedora*. UNIR - Universidad Internacional de La Rioja: https://www.unir.net/revista/educacion/flipped-classroom/

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE MEDIANTE LA GENERACIÓN DEL ANÁLISIS Y PROPUESTA DEL CORREDOR INTEROCEÁNICO

IMPLEMENTATION OF TEACHING-LEARNING METHODOLOGY THROUGH THE GENERATION OF THE ANALYSIS AND PROPOSAL OF THE INTEROCEANIC CORRIDOR

M. C. P. Torres Falcón[1]
M. G. Romero Sánchez[2]
A. Flores Rangel[3]
O. Martínez Guzmán[4]

RESUMEN

La presente investigación se enmarca en la LII Conferencia Nacional de Ingeniería, en la cual se analiza la internacionalización y globalización como oportunidad para potenciar el desarrollo social y económico. En este contexto, se propone una metodología de enseñanza-aprendizaje en la formación de ingenieros en tecnologías de manufactura, enfocada en la investigación y análisis de un megaproyecto nacional: el Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec. A partir del análisis de esta infraestructura, se evaluó cómo la optimización del canal de suministro de productos textiles podría fortalecer la competitividad de los productos mexicanos en mercados nacionales e internacionales. Se identificó que la modernización de 300 km de vías férreas, la construcción de terminales intermodales y la implementación de tecnología logística reducirían los costos de transporte en un 25 % y los tiempos de entrega en un 35 %, según estimaciones preliminares. El estudio permitió que los estudiantes desarrollaran competencias transversales y aplicaran conocimientos de logística, transporte y optimización de cadenas de suministro, temas ajenos a su perfil inicial, pero esenciales en un entorno productivo globalizado.

ABSTRACT

This research is framed within the LII National Engineering Conference, which analyzes internationalization and globalization as an opportunity to enhance social and economic development. In this context, a teaching-learning methodology is proposed for training engineers in manufacturing technologies, focused on the research and analysis of a national megaproject: the Interoceanic Corridor of the Isthmus of Tehuantepec. This research is framed within the LII National Engineering Conference, which analyzes internationalization and globalization as an opportunity to enhance social and economic development. In this context, a teaching-learning methodology is proposed for training engineers in manufacturing technologies, focused on the research and analysis of a national megaproject: the Interoceanic Corridor of the Isthmus of Tehuantepec. Through an analysis of this infrastructure, the study evaluated how optimizing the textile supply chain could strengthen the competitiveness of Mexican products in national and international markets. It was identified that the modernization of 300 km of railway tracks, the construction of intermodal terminals, and the implementation of logistics technology would reduce transportation costs by 25% and delivery times by 35%, according to preliminary estimates. The study allowed students to develop cross-disciplinary competencies and apply knowledge of logistics, transportation, and supply chain optimization, topics initially unrelated to their profile but essential in a globalized productive environment.

[1] Docente-Investigadora. Universidad Politécnica de Querétaro. consuelo.torres@upq.mx
[2] Profesora por Proyecto. Universidad Politécnica de Querétaro. maylu.romero@upq.edu.mx
[3] Docente Investigador. Universidad Politécnica de Querétaro. alejandro.flores@upq.edu.mx
[4] Estudiante. Universidad Politécnica de Querétaro. 122042144@upq.edu.mx

ANTECEDENTES

Los proyectos integradores en la educación en ingeniería resultan esenciales para fortalecer la formación profesional de los estudiantes. Diversos estudios destacan que la incursión en proyectos ajenos a su perfil académico fomenta el pensamiento crítico, la innovación y el liderazgo (Cansat, 2024).

En este trabajo, se propuso que los estudiantes de ingeniería en tecnologías de manufactura analizaran la optimización logística y la mejora de la cadena de suministro de productos textiles en el Istmo de Tehuantepec. A través de un enfoque basado en problemas, se promovió la identificación de estrategias que mejoren la eficiencia y sostenibilidad del sector manufacturero y logístico.

Un estudio previo en el que se basa esta metodología de enseñanza parte de los megaproyectos propuestos en el sexenio de 2018 a 2024, en México, durante la administración del expresidente Andrés Manuel López Obrador, dentro de su Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el propósito principal es impulsar el desarrollo nacional con proyectos regionales (Castillo, 2024):

1. Tren maya: 1,525 km de recorrido por los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.
2. Programa para el Desarrollo del Istmo de Tehuantepec (PDIT): Fortalecimiento de la infraestructura de los puertos de Coatzacoalcos y Salina Cruz; el ferrocarril del Istmo de Tehuantepec; carreteras y autopistas; oleoductos; refinerías de Minatitlán y Salina Cruz; centrales eólicas y subestaciones eléctricas e instalación de fibra óptica.
3. Aeropuerto Internacional “Felipe Ángeles”: Ante la cancelación del aeropuerto de Texcoco se programó su construcción en dos etapas, a cargo de la Secretaría de la Defensa Nacional en la base militar en Santa Lucía, con el objetivo de disminuir la saturación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.
4. Proyecto Integral Morelos (PIM): El proyecto consiste en la construcción de dos centrales termoeléctricas en la comunidad de Huexca, Morelos, un gasoducto de 150 km que atravesaría Tlaxcala, Puebla y Morelos, la instalación de una línea eléctrica de 20 km a la subestación de Yautepec y un acueducto de 10 km desde Cuautla. Con el mismo objetivo, Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) propusieron la rehabilitación y construcción de refinerías en Dos Bocas, Tabasco, para la producción de gasolina y diésel.

Este estudio formó un eje principal para que los alumnos pueden estimar las mejoras logísticas y de optimización de la cadena de suministro de pantalones de mezclilla fabricados en una maquiladora en la zona de Coatzacoalcos-Minatitlán.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en cuatro fases principales, estructuradas para analizar el impacto del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec en la logística y el comercio internacional, así como su vinculación con la formación de ingenieros en tecnologías de manufactura. Este tipo de enfoque permite un análisis técnico, además de la integración académica para la formación de profesionales con competencias aplicables a la realidad industrial y su relación en el contexto social como económico, en México.

Fase 1. Investigación documental: Se realizó un análisis detallado sobre el Corredor Interoceánico y su impacto en la logística y comercio internacional. Se emplearon fuentes primarias y secundarias, incluyendo estudios gubernamentales, publicaciones científicas y documentos técnicos de organismos especializados en comercio y transporte internacional. La revisión bibliográfica permitió identificar los principales retos y oportunidades que presenta este megaproyecto en el contexto de la globalización.

Fase 2. Vinculación con el programa académico: Se establecieron relaciones entre el tema y las asignaturas del plan de estudios. Se plantea que dentro del estudio se elaboren las metodologías con un enfoque de aprendizaje basado en análisis de problemas, la simulación de escenarios logísticos y el desarrollo de proyectos de mejora en procesos industriales y sociales.

Fase 3. Desarrollo de propuestas: Se identificaron mejoras potenciales en el proceso logístico y comercialización de productos manufacturados en la región. Se definieron las mejoras orientadas en la eficiencia del transporte, la reducción de costos operativos y el fortalecimiento de cadenas de suministro sostenibles. Se presenta finalmente una propuesta para incrementar la competitividad de la región en el mercado internacional.

En esta fase, se pretende que el alumno relacione sus conocimientos adquiridos en la aplicación de solución de problemas reales y relevantes en su entorno.

Fase 4. Evaluación: De los hallazgos y se propusieron soluciones viables, alineadas con los objetivos de eficiencia y reducción de costos, que resalta la relevancia del estudio en el ámbito académico e industrial. A través de un análisis comparativo se busca establecer los estándares necesarios para una mejor apertura de comercio exterior y la viabilidad económica en la región.

RESULTADOS

Fase 1: Investigación documenta del Istmo de Tehuantepec

El Istmo de Tehuantepec es la franja de tierra continental más estrecha de México, con 200 km de longitud conecta el Océano Atlántico con el Pacífico, de otra forma, el Golfo de México con el de Tehuantepec a través de los puertos de Coatzacoalcos y Salina Cruz respectivamente, como se ve en la Figura 1.

Figura 1. *El Istmo de Tehuantepec.*

Fuente: Biodiversidad La (2018).

Ambos puertos están en funcionamiento desde 1994, a partir de la reforma portuaria gerencial implantada en México. Ambos puertos tienen una función comercial, en la que predomina el transporte petrolífero (Torres, 2013).

El PDIT, permite que capitales privados nacionales y extranjeros puedan involucrarse en el desarrollo de proyectos estratégicos de logística: El intento de reactivar al sur y sureste de México y al Istmo de Tehuantepec exige la presencia de actores económicos regionales, nacionales e internacionales y la confrontación de dos visiones contrapuestas. La primera que considera desarrollar distritos industriales en estas zonas, para lo cual se debe contar con empresas trasnacionales que inviertan en negocios en las distintas localidades del istmo. La segunda visión plantea que a partir de la pequeña empresa y desarrollando los medios innovadores, se puede generar un sector servicios que se articule con la actividad marítima y portuaria de la zona (Ojeda, 2011).

Corredor Interoceánico: Ruta marítima Coatzacoalcos-Miami

La Asociación de Industriales del Estado de Veracruz (AIEVAC) confirmó por medio de su publicación mensual un desarrollo en el Corredor Interoceánico: una ruta marítima entre Coatzacoalcos y Miami: Se dio a conocer la exploración de la apertura de una ruta marítima entre Coatzacoalcos y Miami, en donde nuestra asociación (AIEVAC) ha dado acompañamiento a Grupo TMM con las autoridades del Puerto de Miami para dar a conocer los beneficios de que Coatzacoalcos sea un centro de operaciones logístico para el sureste mexicano (Pamplona, 2024).

Fase 2: Vinculación con el programa académico relacionada al canal de suministro, logística y satisfacción de clientes de la empresa.

La formación del ingeniero en manufactura está orientada hacia la optimización de procesos productivos y la gestión eficiente de la cadena de suministro. Dentro del contexto del Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec, el desarrollo de competencias en logística, análisis de costos y satisfacción del cliente resulta esencial para incrementar la competitividad de la industria manufacturera.

El plantea como caso de análisis el escenario real de la empresa Maquiladora de Coatzacoalcos S.A. de C.V., la cual representa un modelo de negocio basado en la manufactura de exportación y la integración con mercados internacionales.

Instalada en el Km. 100 de la carretera transístmica Coatzacoalcos-Villahermosa, con un mapa de la región en la Figura 2, la empresa Maquiladora de Coatzacoalcos S.A. de C.V. tiene como objetivo generar empleos satisfaciendo esa parte de la demanda insatisfecha de empresas transnacionales de Estados Unidos y Canadá que requieren mano de obra mexicana, otorgada a través de maquilas, en palabras de la propia empresa (Rojas, 2000).

Figura 2. *Mapa de carreteras entre Coatzacoalcos y Villahermosa.*

Fuente: Google e INEGI (2024).

Se describe que se requirió de una inversión inicial de $3,843,383.00 para producir anualmente 480,000 pantalones de mezclilla tipo casual 100% algodón color azul de la talla 8 a la 42, ver Figura 3.

Figura 3. *Diseño del producto incluido en el estudio técnico.*

Fuente: Rojas (2000).

La empresa sustenta su análisis de la oferta en el Tratado de Libre Comercio y en la demanda anual de las firmas confeccionistas norteamericanas, por lo que, al establecer por completo la maquiladora en 1999, el canal de comercialización es el de Productor-Mayorista con los clientes mostrado en la Tabla 1 y los proveedores de la Tabla 2, siendo el canal de distribución a revisar, el que inicia desde la maquiladora en Coatzacoalcos y termina en Florida, pasando por el puerto de Coatzacoalcos.

Tabla 1. *Relación de clientes y su demanda actual.*

NOMBRE DEL CLIENTE	PAÍS	PRODUCTO	DEMANDA ANUAL (DOCENAS)
AURORA INT'L USA	DALLAS	PANTALONES DE MEZCLILLA	216,000
IDEAS UNLIMITED INC.	DALLAS	PANTALONES DE MEZCLILLA, CAMISAS	312,000
WOMEN´S AND CHILDRENS	FLORIDA, E.U.	PANTALONES DE MEZCLILLA	336,000
MENS AND BOYS	FLORIDA, E.U.	PANTALONES DE MEZCLILLA	360,000
TROPICAL SPORTS WEAR	FLORIDA, E.U.	PANTALONES DE MEZCLILLA	168,000
SUPREME INTERNATIONAL	FLORIDA, E.U.	PANTALONES DE MEZCLILLA	288,000
EDDIE BAUER	FLORIDA, E.U.	PANTALONES DE MEZCLILLA	84,000
JARRELLI INC.	DALLAS	PANTALONES DE MEZCLILLA	108,000
AMC	QUÉBEC	PANTALONES DE MEZCLILLA	120,000
LIZ CLAIBORNE INC.	QUÉBEC	PANTALONES DE MEZCLILLA	96,000

Fuente: Adaptado de Rojas (2000).

Tabla 2. *Proveedores que suministran la materia prima y refacciones.*

PROVEEDOR	DIRECCIÓN
CASA DÍAZ DE MÁQUINAS DE COSER S.A. DE C.V.	REP. DEL SALVADOR NO.89, CENTRO HISTÓRICO, MÉXICO D.F. TEL 709 5686
MÁQUINAS ACTIVAS S.A. DE C.V.	AV. CENTRAL NO. 149, FRACC. VALLE DE ORO, SAN JUAN DEL RÍO, QRO. TEL 2 33 66
JOSÉ BERNARDINO GARCÍA RIVERA	HIDALGO 113, SAN JUAN DEL RÍO, QRO. TEL 2 36 29 Y 2 08 05
MAREL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	AV. CONSTITUYENTES NO. 1040, MÉXICO D.F. TEL 570 01 88 FAX 570 0897
COVERMODA DE PUEBLA S.A. DE C.V.	CALLE 32 NORTE NO. 1406, COL. AMERICA NORTE, PUEBLA, PUE. CP 72340 TEL 35-65-09

Fuente: Adaptado de Rojas (2000).

Desde el punto de vista logístico, se identificaron elementos críticos en la cadena de suministro, que incluyen la coordinación con proveedores nacionales para la obtención de materia prima y la relación con distribuidores internacionales que reciben los productos en centros de distribución estratégicos.

Fase 3 y Fase 4: Propuesta y evaluación de un nuevo canal de suministro

La optimización del canal de suministro es un elemento clave en la competitividad de cualquier empresa manufacturera orientada a la exportación. En el caso de la Maquiladora de Coatzacoalcos S.A. de C.V., su actual esquema logístico basado en el transporte terrestre ha sido funcional, pero enfrenta retos crecientes derivados de los costos operativos, la saturación de infraestructura vial y las regulaciones ambientales más estrictas en los mercados internacionales.

En este sentido, la apertura de una nueva ruta marítima entre Coatzacoalcos y Miami se presenta como una alternativa viable para mejorar la eficiencia en la distribución de los productos, reducir costos y minimizar la huella de carbono.

Un aspecto fundamental de la operación de la maquiladora es su estrategia de envase, empaque y embalaje. Los productos enviados desde la maquiladora no incluyen la marca de origen, sino que son transportados en pallets y costales hasta los centros de distribución en Florida (IMO, 2023). Allí, los pantalones son etiquetados y empaquetados con la imagen de marcas reconocidas como LEVI'S, Oscar de la Renta, entre otras.

Si bien este modelo ha permitido consolidar la operación de la empresa en el mercado estadounidense, el crecimiento de las exigencias ambientales y la competitividad con otros mercados (China y Hong Kong) han generado la necesidad de evaluar una alternativa más sustentable y eficiente (Primagas, 2023).

Comparado con el transporte terrestre, el transporte marítimo presenta varias ventajas estratégicas (IMO, 2023):

- Reducción de la huella de carbono: El transporte marítimo genera menos emisiones por tonelada transportada en comparación con los camiones de carga, alineándose con los estándares ambientales internacionales.
- Eficiencia en costos operativos: Aunque el transporte terrestre es flexible, su costo por kilómetro suele ser más alto debido al consumo de combustible y peajes en rutas de larga distancia.
- Menor congestión y tiempos de espera: La saturación de carreteras y cruces fronterizos puede generar retrasos impredecibles, mientras que el transporte marítimo ofrece una programación más estable y predecible.

La Figura 4 muestra la ruta marítima de Coatzacoalcos-Miami en la que se transportarían los productos terminados desde Coatzacoalcos hasta Palmetto.

Figura 4. *Ruta de exportación desde el Puerto de Coatzacoalcos.*

Fuente: Adaptado de Puerto de Coatzacoalcos, Experiencia Web (2014).

El PDIT tiene como objetivo mejorar la conectividad regional e incentivar la inversión en infraestructura portuaria y logística. Esto permitirá que empresas como la Maquiladora de Coatzacoalcos tengan acceso a mejores condiciones para su canal de exportación, fortaleciendo el comercio exterior y fomentando el crecimiento económico en la región (Fragoso, 2022).

Implementar esta nueva estrategia de distribución no solo representa una modernización del proceso logístico, sino que también posiciona a la maquiladora como una empresa más sostenible y competitiva a nivel global. Dado que el principal cliente de la maquiladora se encuentra en Florida, la actualización del canal de suministro permitiría acortar tiempos de entrega, reducir costos de almacenamiento intermedio y mejorar la rentabilidad de la empresa. Esto también puede traducirse en un fortalecimiento de las relaciones comerciales con nuevos socios estratégicos en América del Norte.

Si bien la migración al transporte marítimo conlleva beneficios tangibles, también representa desafíos operativos, especialmente en términos de control de calidad y trazabilidad. La empresa deberá implementar sistemas de monitoreo más eficientes para garantizar que los productos lleguen a su destino en óptimas condiciones. Algunos de los aspectos a considerar incluyen:

- Gestión de tiempos de tránsito y almacenamiento en puerto.
- Sistemas de trazabilidad para el seguimiento de embarques en tiempo real.
- Condiciones de manipulación de la mercancía durante el transporte marítimo.
- Estrategias para mitigar riesgos de daño o pérdida de productos.

Los estudiantes lograron adquirir conocimientos en gestión logística, comercio exterior y optimización de redes de suministro, fortaleciendo así su formación profesional en un entorno real.

DISCUSION DE RESULTADOS

El análisis permitió identificar que la modernización del Corredor Interoceánico puede representar una ventaja estratégica para la exportación de textiles y otros productos manufacturados. Entre los hallazgos más relevantes destacan:

- Optimización de costos: La mejora en la infraestructura podría reducir los costos logísticos.
- Reducción de tiempos de entrega: Se estimó una disminución en los tiempos de distribución.
- Mayor competitividad internacional: Se identificó que México puede posicionarse como un actor clave en la manufactura global.
- Cumplimiento de la demanda: La capacidad de transporte es superior a la necesaria para asegurar la entrega de pedidos.

La Tabla 3 muestra una comparación del canal de suministro de la empresa comparada con la propuesta que utiliza el corredor marítimo como ruta principal.

Tabla 3: *comparación del canal de suministro de la empresa con la propuesta que utiliza el corredor marítimo como ruta principal.*

Elemento del canal de suministro	Canal de suministro actual	Propuesta del canal de suministro
Tipo de transporte	Terrestre (ferroviario y por carretera)	Multimodal (marítimo y por carretera)
Contaminación del ambiente	Mayor	Menor
Tiempo de entrega	De 4 a 6 días	Menos de 3 días
Volúmenes de mercancía	Menor	Mayor

Estos resultados refuerzan la necesidad de incluir estudios logísticos dentro de la formación de ingenieros en manufactura, promoviendo así su integración en mercados internacionales. El análisis permitió identificar que la modernización del Corredor Interoceánico puede representar una ventaja estratégica para la exportación de textiles y otros productos manufacturados.

La experiencia adquirida a través del estudio de este caso les permitió fortalecer su formación profesional en un entorno real, enfrentando problemáticas concretas del sector manufacturero. La adopción de la ruta marítima Coatzacoalcos-Miami como el principal canal de suministro representa una estrategia viable y sustentable para mejorar la eficiencia operativa de la maquiladora, al mismo tiempo que promueve el desarrollo de habilidades estratégicas en la formación de ingenieros en manufactura.

CONCLUSIONES

Se comprobó que la participación en proyectos de análisis logístico mejora la formación de estudiantes de ingeniería, permitiéndoles desarrollar habilidades en optimización de procesos, análisis de costos y estrategias de distribución.

Además, se evidenció que el Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec puede convertirse en un eje clave para la competitividad de la industria textil mexicana. Se recomienda seguir explorando estrategias para la implementación de soluciones innovadoras en la logística y comercio exterior.

BIBLIOGRAFÍA

Administración Portuaria Integral de Coatzacoalcos. (2014, 18 de septiembre). *El Puerto de Coatzacoalcos contará con el servicio de contenedores refrigerados y carga seca*. https://www.puertocoatzacoalcos.com.mx/noticias-2014/378-el-puerto-de-coatzacoalcos-contara-con-el-servicio-de-contenedores-refrigerados-y-carga-seca

Beato King, R. (2024). La industria textil fabril en México: El arribo de una nueva manera de producir (1830–1877). *Páginas. Revista de la Escuela de Historia, 16*(41). https://doi.org/10.35305/rp.v16i41.877

Castillo Romero, N. E., & Alonso Muñoz, R. I. (Eds.). (2024). *La 4T bajo la lupa: Balance del sexenio y perspectivas de futuro*. Universidad Iberoamericana Puebla. https://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/6120

Gómez Pérez, A. L. (2024). Crisis sociocomerciales en la industria textil de México (1519–2022). *RDP Revista Digital de Posgrado, (9)*, 8–34. https://doi.org/10.22201/fesa.rdp.2024.9.71

International Maritime Organization. (s. f.). *Improving the energy efficiency of ships*. https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/improving%20the%20energy%20efficiency%20of%20ships.aspx (Recuperado el 18 de septiembre de 2025)

Ojeda-Cárdenas, J. N. (2011). Los puertos mexicanos en el siglo XXI: Situación y debate (1991–2012). *Ciencia y Mar, 15*(45), 19–62. https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciaymar/2011/no45/3.pdf

Pamplona, F. (2024, 15 de marzo). Corredor Interoceánico: Esta es la empresa que busca crear la ruta marítima Coatzacoalcos–Miami. *Diario del Istmo*. https://diariodelistmo.com/coatzacoalcos/corredor-interoceanico-esta-es-la-empresa-que-busca-crear-la-ruta-maritima-coatzacoalcos-miami-/50502301

Primagas. (s. f.). *¿Qué es una Empresa Socialmente Responsable (ESR)?* https://www.primagas.es/blog/que-son-empresas-socialmente-responsables (Recuperado el 18 de septiembre de 2025)

Rojas Rauda, E., & Velázquez Jiménez, O. (2000). *Estudio financiero para la instalación de una maquiladora de ropa en la zona Coatzacoalcos–Minatitlán* (Tesis de licenciatura). Universidad Veracruzana. https://cdigital.uv.mx/items/4f4d83a6-809b-4497-bac1-07fd26211d10

Sierra, A. R., López Alvarado, M. P., & González Madariaga, F. J. (2012). *Importancia de la apreciación visual y táctil de calidad percibida en la compra de pantalones de mezclilla (jeans)* [Manuscrito no publicado]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/257582154_Importancia_de_la_apreciacion_visual_y_tactil_de_calidad_percibida_en_la_compra_de_pantalones_de_mezclilla_jeans

Torres Fragoso, J. (2013). Reforma gerencial en los puertos de México: Análisis de las APIS a dieciocho años de su creación. En F. González-Laxe & J. N. Ojeda-Cárdenas (Eds.), *Los puertos de España y México: Nuevas miradas y enfoques en la segunda década del siglo XXI* (pp. 93–113). Instituto Universitario de Estudios Marítimos–Netbiblo.

Torres Fragoso, J. (2017). El corredor del Istmo de Tehuantepec: De los proyectos fallidos a las nuevas posibilidades para su desarrollo. *Espacios Públicos, 20*(48), 127–149. https://www.redalyc.org/pdf/676/67652755007.pdf

Trejo Téllez, P. (2019). *Modelo de negocio "Fast Fashion" como ejemplo para la innovación y desarrollo de la industria textil-vestido en México* (Tesis de maestría, IPN–CIECAS). Instituto Politécnico Nacional. http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/27559

Wikipedia contributors. (s. f.). *CG Railway*. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/wiki/CG_Railway

ESTRATEGIAS PARA SUPERAR BARRERAS DE MOTIVACIÓN EN EL AULA: CASO DE ESTUDIO EN INGENIERÍA

STRATEGIES TO OVERCOME MOTIVATION BARRIERS IN THE CLASSROOM: A CASE STUDY IN ENGINEERING

I. Y. Hernández Báez[1]
S. E. León Sosa[2]
R. E. López Díaz[3]
A. D. Nieto Yáñez[4]

RESUMEN

El presente estudio analiza barreras de motivación en estudiantes de ingeniería, identificadas a través de un diagnóstico aplicado a un grupo de estudiantes de séptimo cuatrimestre de Ingeniería en Tecnologías de la Información. Se detectaron cuatro barreras principales: falta de autoconfianza, altos niveles de estrés y ansiedad, ambiente poco propicio para la participación, y preferencia por metodologías activas por encima de métodos tradicionales. Para atender estos hallazgos, se diseñó e implementó un plan de acción basado en estrategias de aprendizaje activo, gamificación y una rutina de *mindfulness* enfocada en reducir el estrés y mejorar la concentración. La metodología incluyó encuestas y observaciones en clase para evaluar el impacto de las intervenciones. Los resultados preliminares muestran un aumento en la autoconfianza, una mayor participación estudiantil y una reducción del estrés. Estos hallazgos sugieren que la integración de estrategias innovadoras en el aula puede mejorar significativamente la motivación y el rendimiento académico en la enseñanza de la ingeniería.

ABSTRACT

This study analyzes motivation barriers in engineering students, identified through a diagnostic assessment applied to a seventh-semester group of Information Technology Engineering. Four main barriers were detected: lack of self-confidence, high levels of stress and anxiety, a learning environment that hinders participation, and a preference for active methodologies over traditional methods. To address these findings, an action plan was designed and implemented, incorporating active learning strategies, gamification, and a mindfulness routine focused on reducing stress and improving concentration. The methodology included surveys and classroom observations to assess the impact of these interventions. Preliminary results indicate an increase in self-confidence, greater student participation, and stress reduction. These findings suggest that integrating innovative strategies in the classroom can significantly enhance motivation and academic performance in engineering education.

ANTECEDENTES

El desempeño académico de los estudiantes de ingeniería no solo depende de sus habilidades cognitivas, sino también de factores motivacionales y emocionales. Diversos estudios han demostrado que la falta de motivación y el estrés pueden afectar el aprendizaje, la retención de conocimientos y la capacidad de los estudiantes para resolver problemas complejos (Ryan y Deci, 2000). Sin embargo, en la enseñanza de la ingeniería, estos aspectos suelen recibir menor atención en comparación con los contenidos técnicos, lo que puede impactar negativamente en el rendimiento académico y la formación integral de los estudiantes.

[1] Profesora de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. ihernandez@upemor.edu.mx
[2] Profesora de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. lsandra@upemor.edu.mx
[3] Profesor de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. rlopezd@upemor.edu.mx
[4] Académica. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. alma.nieto@fcaei.uaem.edu.mx

Planteamiento del problema

En el aula, los estudiantes pueden enfrentar diversas barreras que limitan su motivación y participación en el aprendizaje. Para identificar estas barreras, se realizó un diagnóstico en un grupo de séptimo cuatrimestre de Ingeniería en Tecnologías de la Información, donde se detectaron cuatro problemáticas principales:

1. Falta de autoconfianza en sus habilidades académicas.
2. Altos niveles de estrés y ansiedad, derivados de la carga de trabajo y la gestión del tiempo.
3. Un ambiente de aprendizaje poco propicio para la participación de todos los estudiantes.
4. Preferencia por metodologías activas sobre métodos tradicionales, lo que indica la necesidad de modernizar las estrategias de enseñanza.

Ante esta problemática, el estudio busca responder las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son las barreras de motivación más relevantes en estudiantes de ingeniería?, ¿Cómo pueden las estrategias de aprendizaje activo, gamificación y *mindfulness* impactar la motivación y el rendimiento académico?, ¿Qué cambios pueden implementarse para mejorar la participación y reducir el estrés en el aula?

Objetivos del estudio

El objetivo general de este estudio es diseñar e implementar estrategias pedagógicas que ayuden a superar las barreras de motivación identificadas, mejorando la experiencia de aprendizaje en el aula. Los objetivos específicos son:

1. Analizar las barreras de motivación en estudiantes de ingeniería a través de un diagnóstico estructurado.
2. Diseñar e implementar un plan de acción basado en aprendizaje activo, gamificación y *mindfulness*.
3. Evaluar el impacto de estas estrategias en la autoconfianza, la participación y la gestión del estrés de los estudiantes.

Justificación

De acuerdo con González et al. (2023), la motivación es un factor clave en la formación de los estudiantes de ingeniería, ya que influye directamente en el desarrollo de habilidades esenciales como la resolución de problemas, la creatividad, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. Un estudiante motivado no solo mejora su rendimiento académico, sino que también desarrolla una actitud proactiva y resiliente ante los desafíos del mundo laboral.

El presente estudio cobra especial relevancia en el contexto de la LII Conferencia Nacional de Ingeniería de la ANFEI, vinculándose directamente con la temática de “Innovación en el proceso de formación de ingenieros”, ya que propone el uso de estrategias innovadoras como el aprendizaje activo, la gamificación y el *mindfulness* para mejorar la motivación, la participación y la gestión del estrés en estudiantes de ingeniería.

El estudio también contribuye a la discusión sobre “La importancia de las competencias blandas para lograr un mejor desempeño del ingeniero”, ya que la autoconfianza, la autorregulación emocional y la capacidad de adaptación son habilidades esenciales para que los futuros ingenieros enfrenten con éxito los retos de un mundo globalizado e interconectado.

Además, los hallazgos de esta investigación pueden servir como base para el diseño de estrategias pedagógicas que fomenten un aprendizaje autónomo y colaborativo, promoviendo en los estudiantes una mentalidad de mejora continua y adaptabilidad, habilidades esenciales para enfrentar los desafíos del sector productivo, social y tecnológico.

Contexto y limitaciones del estudio

El estudio se realizó en un grupo de 26 estudiantes de séptimo cuatrimestre de Ingeniería en Tecnologías de la Información, dentro de la asignatura Formulación de Proyectos de TI. La investigación se llevó a cabo durante un período de tres meses, utilizando metodologías cualitativas y cuantitativas para evaluar los resultados.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentran: a) El tamaño de la muestra**,** el análisis se centró en un solo grupo, lo que podría limitar la generalización de los resultados. No obstante, los datos recopilados ofrecen tendencias significativas que pueden servir como base para estudios a mayor escala; b) El tiempo de implementación, la intervención tuvo una duración de tres meses, lo que permitió evaluar cambios a corto plazo en la motivación y participación estudiantil. Sin embargo, en una etapa posterior de la investigación se planea ampliar la perspectiva temporal, para incluir un ciclo escolar completo y c) Diversos factores externos, tales como la carga de trabajo en otras asignaturas o factores personales pueden influir en los resultados.

A pesar de estas limitaciones, los hallazgos obtenidos proporcionan insumos valiosos para mejorar la enseñanza en ingeniería, contribuyendo a la discusión sobre la importancia de estrategias pedagógicas innovadoras en la educación superior.

METODOLOGÍA

La motivación en el ámbito educativo es un factor determinante en el rendimiento y la permanencia de los estudiantes en programas de educación superior (Santander y Schreiber, 2022). La teoría de la autodeterminación propuesta por Ryan y Deci (2000) establece que la motivación puede clasificarse en intrínseca y extrínseca, siendo la primera aquella impulsada por el interés y la satisfacción personal, y la segunda aquella que responde a incentivos externos. En el contexto de la educación en ingeniería, mantener altos niveles de motivación es un desafío, pues los estudiantes suelen enfrentarse a contenidos complejos, alta carga de trabajo y altos niveles de estrés (García-Casaus et al., 2021; Góngora, L. & Góngora,Y., 2023 y Pintrich & Schunk, 2002).

Uno de los principales factores que afectan la motivación es la presencia de barreras psicológicas y ambientales en el aula (Sellan, 2017). Investigaciones previas han identificado que la falta de autoconfianza, el estrés, la ansiedad y la falta de metodologías de enseñanza activas pueden influir negativamente en el desempeño de los estudiantes (Beltrán, 2024; González et al., 2023 & Prince, 2004). Para abordar estos problemas, se han propuesto diversas estrategias, entre ellas el aprendizaje activo (Prince, 2004), la gamificación (García-Casaus et al., 2021) y el *mindfulness* (Arango, 2023), cada una con beneficios específicos en el ámbito educativo.

El aprendizaje activo ha demostrado mejorar el compromiso y la retención del conocimiento al involucrar a los estudiantes en la construcción de su propio aprendizaje (Felder &

Silverman, 1988). Por su parte, la gamificación introduce elementos de juego en entornos educativos para aumentar la motivación y el sentido de logro (Manzano-León et al., 2022). Finalmente, el *mindfulness* ha sido reconocido como una estrategia eficaz para reducir el estrés y mejorar la concentración en estudiantes universitarios (Arango, 2023).

El presente estudio busca aportar evidencia sobre la efectividad de la combinación de estas estrategias en el aula de ingeniería, proporcionando un modelo replicable para docentes interesados en mejorar la motivación y el rendimiento académico de sus estudiantes.

Diseño de la investigación y alcance del estudio

Esta investigación sigue un enfoque mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas para evaluar el impacto de las estrategias implementadas. El diseño de la investigación es cuasi-experimental, con una fase de diagnóstico inicial, el diseño e implementación de una intervención pedagógica y una evaluación de los resultados, en la Figura 1, se presenta un esquema visual de la metodología de trabajo.

Figura 1. *Metodología de trabajo.*

El alcance de la investigación es de nivel exploratorio y descriptivo, ya que se busca identificar y analizar las barreras de motivación en un grupo específico de estudiantes de ingeniería, así como evaluar el impacto de las estrategias aplicadas en su aprendizaje y bienestar.

El estudio se llevó a cabo con un grupo de 26 estudiantes de séptimo cuatrimestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, inscritos en la asignatura Formulación de Proyectos de TI. Se seleccionó este grupo debido a su representatividad dentro del programa educativo y al desafío que presentan en términos de motivación y carga académica. Los criterios de selección fueron: a) Estudiantes inscritos en la asignatura Formulación de Proyectos de TI, b) Participación voluntaria en el estudio y c) Disponibilidad para completar encuestas y participar en las actividades propuestas.

Diagnóstico inicial

Para la ejecución de la segunda etapa de la metodología, se comenzó con la recolección de datos, para lo cual se utilizaron los siguientes instrumentos:

Cuestionario de diagnóstico. Se aplicó un instrumento en línea mediante la plataforma QuestionPro® con preguntas de opción múltiple, escala de valoración y preguntas abiertas, diseñado para identificar barreras de motivación en seis dimensiones: a) Autoconfianza, b)

Estrés y ansiedad, c) Ambiente de aprendizaje, d) Métodos de enseñanza, e) Intereses personales y f) Relaciones interpersonales.

Observaciones en el aula. Se realizaron observaciones sistemáticas antes, durante y después de la intervención, registrando la participación estudiantil y las dinámicas grupales.

Encuestas de percepción. Se aplicaron encuestas al finalizar el estudio para evaluar los cambios en la percepción de los estudiantes sobre su motivación y bienestar emocional.

Registros de participación y desempeño. Se midió la asistencia y la participación en actividades de gamificación y aprendizaje activo, utilizando un sistema de puntos acumulables. Además de considerar los resultados de aprovechamiento obtenidos por los estudiantes al finalizar el curso.

Intervención pedagógica

En la segunda etapa, con base en los resultados del diagnóstico, se diseñó un plan de acción que incorporó tres estrategias específicas:

Fomento de la autoconfianza. Se incluyeron autoevaluaciones después de cada actividad, retroalimentación constructiva resaltando logros individuales, así como la creación de un ambiente seguro para cometer errores y aprender de ellos.

Implementación de aprendizaje activo y gamificación. El 50% de las actividades de clase se diseñaron con enfoques de simulación, estudio de casos y juegos educativos. Se estableció un sistema de recompensas por participación en las diversas actividades y entrega oportuna de tareas.

*Rutina de mindfulness en el aula***.** Se diseñó e implementó una rutina *mindfulness*, con el objetivo de reducir el estrés, mejorar concentración y fortalecer la confianza. Se dedicaron 12 minutos por sesión a ejercicios de respiración profunda, escaneo corporal, meditación, visualización y reflexiones grupales.

Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron analizados mediante técnicas estadísticas descriptivas y comparativas, evaluando los cambios en la motivación y participación antes y después de la intervención. Se calcularon medidas como frecuencias, promedios y porcentajes, además de un análisis cualitativo de las respuestas abiertas y observaciones en clase.

La comparación de resultados permitió evaluar el impacto de las estrategias implementadas y establecer recomendaciones para su aplicación en otros contextos de enseñanza en ingeniería.

RESULTADOS

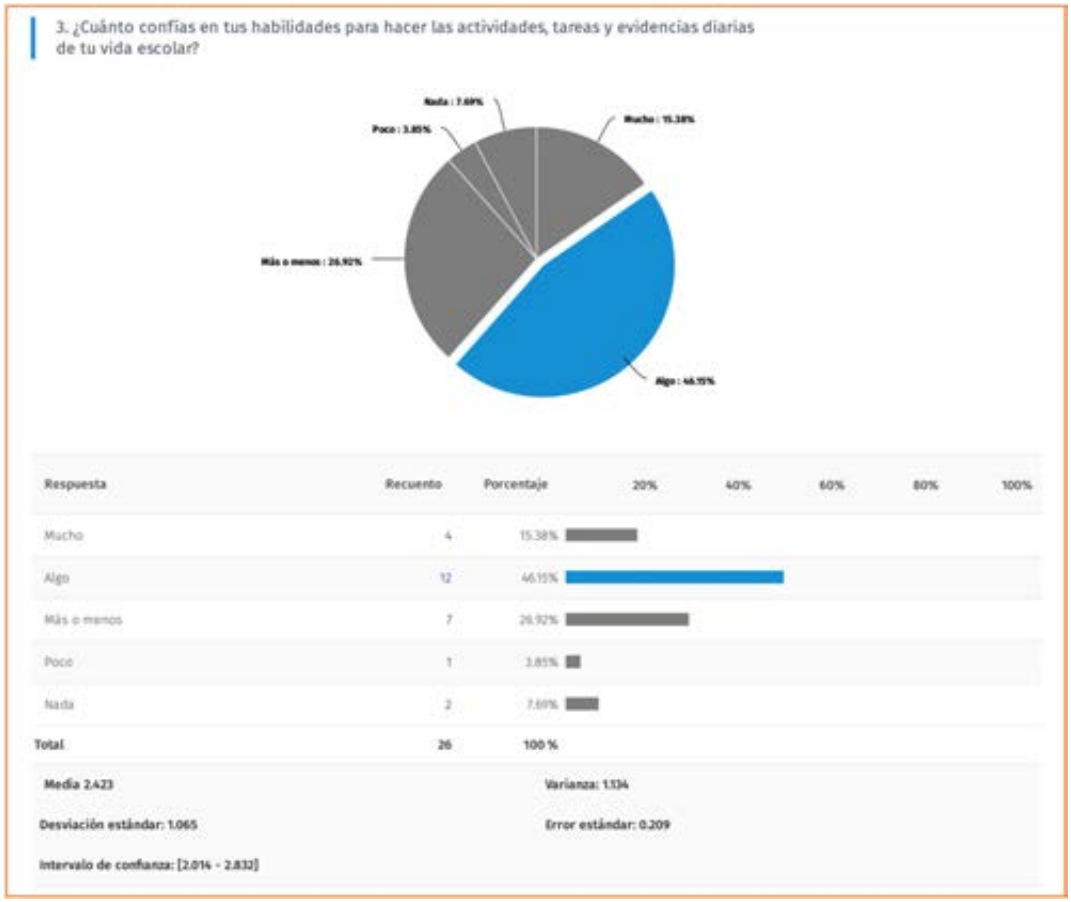
Con base en el diagnóstico inicial y en la evaluación posterior a la implementación del plan de acción, se presentan los resultados obtenidos en relación con la autoconfianza, la participación en clase y la gestión del estrés de los estudiantes.

Resultados del diagnóstico inicial

Para el diagnóstico inicial, se diseñó un cuestionario de 12 preguntas, en las que se incluyeron: 10 preguntas de opción múltiple, una pregunta de escala de valoración y una pregunta abierta, con el fin de que los estudiantes compartieran comentarios generales y propusieran algunos cambios que pudiesen fomentar la motivación en el aula. Las preguntas se integraron en cuatro categorías: Intereses y relevancia, barreras emocionales, tipos de motivación, ambiente en el aula y comentarios generales. El diagnóstico aplicado a los 26 estudiantes arrojó las siguientes barreras de motivación:

H1: Falta de autoconfianza. El 38.46% de los estudiantes reportó algún grado de inseguridad en sus habilidades académicas. Tal como se observa en la Figura 2, los resultados muestran que los estudiantes perciben su autoconfianza académica como baja o moderadamente baja, con cierta variabilidad en las respuestas.

Figura 2. *Nivel de autoconfianza en el diagnóstico.*



La tendencia a puntajes bajos (cercanos a 2) indica que muchos estudiantes pueden sentirse inseguros sobre sus habilidades para realizar tareas y actividades académicas. Dado que el límite superior del intervalo de confianza (2.832) no alcanza el valor 3 (nivel neutro en la escala), es posible afirmar que, estadísticamente, la mayoría de los estudiantes se perciben con baja autoconfianza.

H2: Altos niveles de estrés y ansiedad. El 69.23% señaló que la carga de trabajo y la gestión del tiempo afectan su motivación.

H3: Ambiente de aprendizaje poco propicio. Un estudiante (3.85%) manifestó que el entorno no le permite expresarse con libertad.

H4: Preferencia por metodologías activas. La mayoría de los estudiantes prefieren gamificación, simulaciones y aprendizaje basado en casos en lugar de clases magistrales.

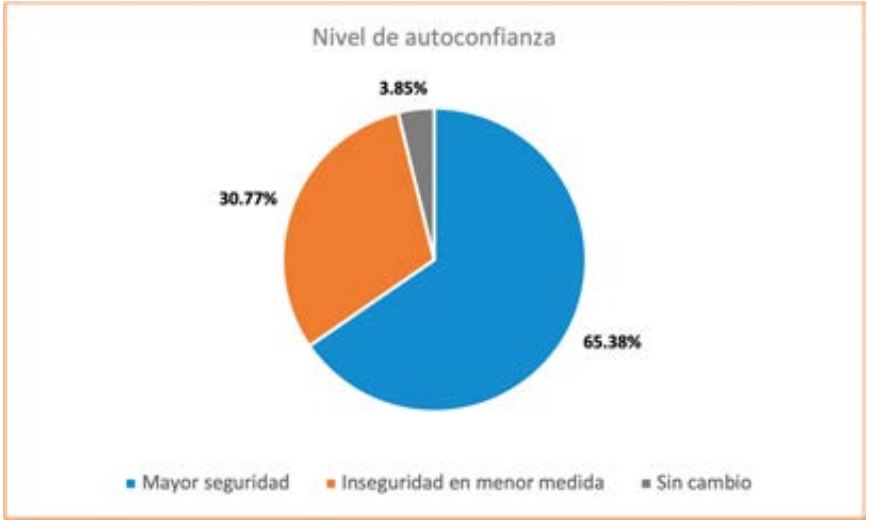
Estos resultados permitieron diseñar estrategias centradas en aprendizaje activo, gamificación y *mindfulness*, con el fin de atender las barreras identificadas.

Evaluación de la intervención

Para medir el impacto del plan de acción, se aplicaron encuestas de percepción, registros de participación y observaciones en el aula al finalizar la implementación. A continuación, se presentan los hallazgos principales.

Cambio en la autoconfianza. Tras tres meses de intervención, se observó un incremento en la autoconfianza de los estudiantes. En la encuesta final se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 3, el 65.38% de los estudiantes expresó sentirse más seguro en sus habilidades académicas, el 30.77% manifestó que aún experimenta inseguridad, pero en menor medida y solo un estudiante (3.85%) reportó no haber percibido un cambio significativo en su autoconfianza. Además, en las observaciones se registró una mayor disposición de los estudiantes para participar en actividades y expresar dudas en clase.

Figura 3. *Nivel de autoconfianza después de la intervención.*



Incremento en la participación estudiantil. Uno de los principales objetivos de la intervención era aumentar la participación en el aula mediante estrategias de aprendizaje activo y gamificación. Los registros de asistencia y participación indican que la participación en actividades aumentó en 30%, con más estudiantes involucrándose activamente en debates y dinámicas de grupo. En las simulaciones y juegos educativos, el 80% del grupo participó

activamente, en comparación con el 50% antes de la intervención. Se observó un mayor interés en la resolución de casos y en la interacción con sus compañeros.

Reducción del estrés y ansiedad. Uno de los aspectos más significativos fue la implementación de la rutina de *mindfulness* en el aula. Los resultados de la encuesta final muestran que el 50% de los estudiantes reportó una disminución en sus niveles de estrés y ansiedad, percibiendo mayor control sobre su tiempo y actividades. El 38.46% mencionó que la práctica de *mindfulness* le ayudó a mejorar su concentración en clase. El 11.54% indicó que no percibió cambios significativos en su nivel de estrés. Las observaciones en clase sugieren que los estudiantes mostraban mayor atención y disposición después de realizar los ejercicios de *mindfulness*.

Resumen de hallazgos

Los datos obtenidos reflejan mejoras significativas en los factores evaluados, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Impacto de las estrategias de intervención.*

Indicador	Situación inicial	Situación final	Cambio
Autoconfianza	38.46% con baja confianza	65.38% con mayor confianza	+26.92%
Participación en clase	50% con baja participación	80% con mayor participación	+30.00%
Estrés y ansiedad	69.23% con niveles altos	50% con niveles reducidos	-19.23%
Preferencia por métodos activos	70% prefería gamificación	85% mostró satisfacción con las nuevas estrategias	+15.00%

Estos resultados sugieren que la combinación de aprendizaje activo, gamificación y *mindfulness* puede ser una estrategia efectiva para mejorar la motivación y el bienestar de los estudiantes en entornos de ingeniería.

CONCLUSIONES

El presente estudio tuvo como objetivo identificar y abordar las barreras de motivación en estudiantes de Ingeniería en Tecnologías de la Información, implementando estrategias basadas en aprendizaje activo, gamificación y mindfulness. Los resultados obtenidos indican que la intervención generó un impacto positivo en la autoconfianza, participación y reducción del estrés en el aula.

A partir de los hallazgos, se responden las preguntas de investigación planteadas: *¿Cuáles son las barreras de motivación más relevantes en estudiantes de ingeniería?* Se identificaron cuatro principales barreras: Falta de autoconfianza (38.46%), altos niveles de estrés y ansiedad (69.23%), ambiente poco propicio para la participación (3.85%), y preferencia por metodologías activas sobre tradicionales (70%).

Respecto a la segunda pregunta: *¿Cómo pueden las estrategias de aprendizaje activo, gamificación y mindfulness impactar la motivación y el rendimiento académico?* Se observó un incremento del 26.92% en la autoconfianza, una mayor participación estudiantil (hasta un 30% más en actividades grupales y simulaciones), y una reducción del estrés en un 19.23%. Esto sugiere que la combinación de estas estrategias facilita un aprendizaje más dinámico y motivador.

Finalmente, en lo que respecta a la tercera pregunta: *¿Qué cambios pueden implementarse para mejorar la participación y reducir el estrés en el aula?* Se recomienda fomentar un ambiente seguro para la participación, integrar de manera regular estrategias de aprendizaje activo y continuar con el uso de *mindfulness* para ayudar a los estudiantes a gestionar el estrés y la ansiedad.

Los resultados obtenidos permiten concluir que los objetivos planteados fueron cumplidos satisfactoriamente, se lograron analizar las barreras de motivación en estudiantes de ingeniería a través del diagnóstico inicial. Además, se diseñó e implementó un plan de acción basado en aprendizaje activo, gamificación y *mindfulness*. Y finalmente, se logró evaluar el impacto de estas estrategias en la autoconfianza, participación y gestión del estrés, mediante encuestas y observaciones. Estos resultados demuestran que el uso de metodologías innovadoras puede mejorar significativamente la motivación y el rendimiento académico en educación en ingeniería.

Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones para la enseñanza en ingeniería, entre los que destacan que la integración de estrategias activas puede mejorar la participación y el compromiso de los estudiantes en el aula; por otra parte, la gamificación puede ser un recurso efectivo para fortalecer la motivación y el sentido de logro, y finalmente, el *mindfulness* ayuda a reducir el estrés académico, lo que impacta positivamente en la concentración y el bienestar emocional. Sin embargo, es necesario que las instituciones educativas promuevan el uso de estrategias didácticas innovadoras como parte del diseño curricular.

Este estudio sienta bases para futuras investigaciones sobre la motivación en estudiantes de ingeniería. Se sugieren las siguientes líneas de trabajo: a) Ampliar la muestra del estudio para validar los hallazgos en diferentes programas y niveles académicos, b) Evaluar los efectos a largo plazo de la gamificación y el *mindfulness* en el rendimiento académico, c) Explorar la relación entre la motivación y otros factores, como la satisfacción con la carrera o la percepción de empleabilidad y d) Diseñar estrategias específicas para estudiantes con niveles de estrés y ansiedad más elevados.

Finalmente, este estudio demuestra que el uso de estrategias innovadoras no solo mejora la motivación, sino que también puede contribuir a la formación de ingenieros más resilientes y comprometidos con su aprendizaje.

BIBLIOGRAFÍA

Arango, E. I. (2023, 19–22 de septiembre). *Mindfulness en educación en ingeniería: Una revisión de la literatura y una propuesta para su integración curricular*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (EIEI ACOFI), Cartagena de Indias, Colombia. https://doi.org/10.26507/paper.3398

Beltrán Sarabia, M. (2024). La evaluación formativa como estímulo de motivación para mejorar el aprendizaje. *Formación Estratégica, 7*(1), 177–195. https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/135

Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education, 78*(7), 674–681.

García-Casaus, F., Cara-Muñoz, J. F., Martínez-Sánchez, J. A., & Cara-Muñoz, M. M. (2021). La gamificación en el aula como herramienta motivadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Logía, educación física y deporte, 1*(2), 43–52. https://logiaefd.com/wp-content/uploads/2021/02/5.pdf

Góngora Morgado, L., & Góngora Reyes, Y. (2023). Actividades didácticas interactivas, una motivación para el aprendizaje en la asignatura matemática. *Journal TechInnovation, 2*(1), 13–18. https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v2.n1.2023.13-18

González, J., Corrales, G., & Morquecho, R. (2023). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7*(1), 3922–3938. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4708

Manzano-León, A., Ortiz-Colón, A., Rodríguez-Moreno, J., & Aguilar-Parra, J. (2022). La relación entre las estrategias lúdicas en el aprendizaje y la motivación: Un estudio de revisión. *Revista Espacios, 43*(4), 29–45. https://doi.org/10.48082/espacios-a22v43n04p03

Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (2nd ed.). Merrill/Prentice Hall.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223–231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68–78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

Santander Salmon, E. S., & Schreiber Parra, M. J. (2022). Importancia de la motivación en el proceso de aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6*(5), 4095–4106. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3378

Sellan Naula, M. E. (2017). Importancia de la motivación en el aprendizaje. *Sinergias Educativas, 2*(1), 13–19.

METODOLOGÍA ACTIVA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA: PROPUESTA PARA LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

ACTIVE METHODOLOGY AND GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: A PROPOSAL FOR THE TRAINING OF ENGINEERING STUDENTS

J. García Zárraga[1]
E. Escalona Gómez[2]
F. Gutiérrez Flores[3]
A. De La Cruz Osorio[4]

RESUMEN

El creciente uso de herramientas digitales e inteligencia artificial generativa (IAG) representa un desafío para la integridad académica. Para analizar esta situación, se realizó un estudio con metodología mixta, encuestando a 230 estudiantes de ingeniería de la FES Aragón. Se aplicó una metodología activa de cuatro fases, combinada con IAG, para fomentar el pensamiento analítico, crítico e integridad académica. Los resultados indican que, si bien en algunos casos la percepción sobre estas habilidades se mantuvo, en otros mejoró. No obstante, persisten retos en torno a la ética y el uso responsable de la IAG. Aunque más del 50 % de los encuestados prefieren la educación tradicional, la metodología propuesta fomenta la participación y el aprendizaje autónomo. Entre las dificultades, destaca el desbalance en la carga cognitiva. En conclusión, la integración de IAG con metodologías activas mejora el pensamiento crítico, analítico, la autorregulación y la participación. Aunque el método tradicional sigue siendo el más elegido, los estudiantes valoran la autonomía y el uso ético de herramientas digitales.

ABSTRACT

The increasing use of digital tools and generative artificial intelligence (GAI) represents a challenge for academic integrity. To analyze this situation, a mixed methodology study was conducted, surveying 230 engineering students at FES Aragón. A four-phase active methodology, combined with GAI, was applied to foster analytical and critical thinking and academic integrity. The results indicate that, while in some cases the perception of these skills was maintained, in others it improved. Nevertheless, challenges persist around ethics and the responsible use of GAI. Although more than 50% of respondents prefer traditional education, the proposed methodology encourages participation and autonomous learning. Among the difficulties, the imbalance in cognitive load stands out. In conclusion, the integration of GAI with active methodologies improves critical and analytical thinking, self-regulation and participation. Although the traditional method is still the most chosen, students value autonomy and the ethical use of digital tools.

ANTECEDENTES

Planteamiento del problema

Actualmente, alumnos y docentes permanecen constantemente conectados a internet, pues ésta les permite acceder a una gran cantidad de información y optimizar sus tareas mediante diversos recursos digitales o aplicaciones de chatbot. Sin embargo, el uso de estas tecnologías

[1] Jefe de Carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. electricaelectronica@aragon.unam.mx
[2] Profesora de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. estelaescalonac9@aragon.unam.mx
[3] Profesor de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. fidelgutierrezguf@aragon.unam.mx
[4] Profesora de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. aracelidelacruz3b2@aragon.unam.mx

puede llevar a los estudiantes a incurrir en faltas a la integridad académica, especialmente cuando las emplean para reducir o evitar la carga de tareas.

Es importante precisar que, desde hace más de una década, en un estudio realizado por De La Chaussée y Cházari (2013, p.1) sobre el plagio en estudiantes universitarios, encontraron que:
Sólo el 30% de los estudiantes universitarios reconoció que frecuentemente copia y pega de internet o de libros para hacer sus trabajos, sin embargo, más del 60% aceptó que ha entregado una o dos veces en el semestre trabajos copiados sin que los profesores se den cuenta y han entregado trabajos copiados en el período con uno o dos profesores el 62% de los estudiantes.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) emitió la primera norma mundial sobre la ética de la inteligencia artificial (IA), destacando la necesidad de fomentar su uso responsable en la educación. Entre las recomendaciones, la 104 enfatiza la importancia de que los docentes y estudiantes sean empoderados mediante la integración de la IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje (UNESCO, 2021). De acuerdo con Cruz et al. (2024), la inteligencia artificial generativa se convertirá en una herramienta fundamental en múltiples profesiones, lo que hace imprescindible su inclusión en la formación de los futuros ingenieros.

Sumado a lo anterior, la práctica docente cotidiana permite observar diversas actitudes frente al aprendizaje. Mientras algunos estudiantes muestran indiferencia hacia su formación, otros recurren a estrategias tecnológicas que pueden derivar en malas prácticas. También están aquellos que buscan activamente el conocimiento y el desarrollo de habilidades. Aun así, tanto estas conductas como las acciones preventivas y formativas que los docentes implementan para fomentar buenas prácticas y fortalecer competencias suelen quedar sin registro escrito.

La División de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías de la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) de la Universidad Nacional Autónoma de México se ha adherido a distintos programas formativos respecto al uso de la IA e impulsando investigaciones al respecto. Por ello, se plantea revisar y adaptar las metodologías de enseñanza para orientar a los estudiantes en su uso, definir condiciones de aplicación, promover la integridad académica y maximizar sus beneficios.

Este artículo refleja el interés institucional por incorporar las recomendaciones previamente expuestas y se desarrolló a partir de los siguientes objetivos:

- Identificar, mediante la aplicación de una encuesta diagnóstica, la percepción de una muestra representativa de estudiantes de las carreras de ingeniería civil, eléctrica electrónica, industrial y mecánica, con respecto al desarrollo de su pensamiento analítico y pensamiento crítico.
- Identificar, a partir de una revisión teórica, una metodología activa que promueva la participación de la comunidad estudiantil en su proceso formativo e incorpore el uso responsable de la IAG y distintos recursos digitales con el fin de fomentar el desarrollo del pensamiento analítico, pensamiento crítico e integridad académica.

- Implementar una metodología activa en una muestra representativa de estudiantes para fomentar el uso responsable de la IAG y distintos recursos digitales, promoviendo el desarrollo del pensamiento analítico, pensamiento crítico e integridad académica.
- Evaluar la percepción final de la comunidad estudiantil participante sobre el impacto de la metodología propuesta a través de una encuesta.

Además, responde a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo perciben los estudiantes de ingeniería el desarrollo de su pensamiento analítico y crítico?
2. ¿De qué manera la implementación de una metodología activa basada en IAG contribuye al desarrollo del pensamiento analítico, pensamiento crítico, integridad académica y participación, así como al fortalecimiento de los atributos de egreso en ingeniería?
3. ¿Cuáles son los principales beneficios y desafíos en la adopción de estas herramientas dentro del contexto educativo de ingeniería?
4. ¿Cómo perciben los estudiantes el impacto de la integración de una metodología activa con la IAG en su aprendizaje y desarrollo de competencias?

Justificación

La formación en ingeniería enfrenta grandes retos en un mundo donde la tecnología avanza rápidamente y el mercado laboral exige competencias técnicas y transversales. En la FES Aragón, las ingenierías están acreditadas, cuatro de ellas por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) bajo el marco de referencia 2025, lo que requiere formar a los estudiantes con 11 atributos de egreso (AE) a través de las asignaturas de cada programa educativo.

Todos los AE influyen en la formación, pero el undécimo destaca el aprendizaje continuo. Esto implica que los estudiantes participen en experiencias formativas, adapten sus conocimientos al contexto actual y usen las tecnologías emergentes de manera crítica y autónoma para fortalecer su desarrollo profesional.

Se espera que los hallazgos ayuden a diseñar una metodología activa que, junto con el uso ético de la IAG, fomente habilidades clave en ingeniería, como el análisis, la toma de decisiones y la resolución de problemas. Su aplicación permitirá a los estudiantes afrontar el mercado laboral con mayor preparación y autonomía, impulsando una formación integral.

METODOLOGÍA

Marco teórico

Las metodologías activas deben entenderse como “aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación del estudiante y lleven al aprendizaje” (Labrador y Andreu, 2008, como se citaron en Silva y Maturana, 2017). Este tipo de metodologías promueven el pensamiento analítico, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, entre otros, a través de situaciones reales.

De acuerdo con Fernández March (2006, como se citó en Luelmo, 2018), las condiciones mínimas que garantizan la utilización de metodologías activas son las siguientes:

1. Dar al alumno una situación compleja como punto de partida.
2. Elaborar un producto observable y evaluable.
3. El estudiante es el agente activo de este proceso y el profesor no es el actor principal, aunque sí tiene un papel importante como guía y recurso.

Así, "el alumnado debe ser capaz de planificar, monitorizar, auto-evaluar y fijar objetivos; es decir, pensar sobre lo que hace, cómo lo hace, cuáles son los resultados y las posibles medidas que debe tomar para mejorarlos" (Sáez, 2011, como se citó en Luelmo, 2018). Esto implica que el proceso de aprendizaje debe suscitarse en el contexto de problemas reales de la práctica profesional o de la realidad actual.

Encuentro entre una metodología activa y la IAG

Las aportaciones de IA son amplias y aplicadas a distintos ámbitos, están transformando la educación al ofrecer sistemas de tutoría inteligentes, análisis de aprendizaje y adaptación personalizada (Holmes et al., 2019). Por lo anterior, es importante destacar la aportación de la IAG, la cual, desde el punto de vista de Cruz et al. (2024) cuando es "utilizada de una manera efectiva, con un espíritu crítico y desde una perspectiva ética, tiene un gran potencial sobre la educación, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje de los estudiantes".

La integración de una metodología activa con herramientas de IAG representa una oportunidad única para enriquecer la educación en ingeniería. La IAG permite crear escenarios de casos más realistas y personalizados, mientras que las plataformas colaborativas facilitan el trabajo en equipo (Roll & Wylie, 2016). Permiten el monitoreo del desempeño estudiantil. Adaptan el aprendizaje a las necesidades individuales del estudiantado, identificando fortalezas y debilidades, generando retroalimentación inmediata, lo que optimiza el proceso de aprendizaje. Según Cruz et al. (2024), "esta personalización puede ayudar al estudiante a mantener su interés, motivación y comprensión de conceptos, así como mejorar el desarrollo de habilidades".

Además, de acuerdo con Alvarado et al. (2024), "es importante enseñar a los estudiantes (y profesores) como poder probar la veracidad de una afirmación o conclusión vertida por la AIG".

Alcance inicial

Se utilizó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) para analizar las experiencias y percepciones estudiantiles sobre un método de enseñanza de cuatro fases e IAG como apoyo teórico. No se incluyó un instrumento para medir la integridad académica debido a los posibles sesgos en las respuestas, como la deseabilidad social, es decir, la tendencia a responder de manera aceptable ante otros y no reflejar los verdaderos pensamientos o comportamientos, lo cual podría afectar la precisión de los resultados.

La investigación se realizó en la FES Aragón, con comunidad estudiantil de cuatro ingenierías: civil, eléctrica electrónica, mecánica e industrial. Participaron tres profesores que impartieron asignaturas del área de Físico Matemáticas y de Socio-Humanísticas y

Económico Administrativas. Se empleó una muestra por conveniencia, conformada por 230 estudiantes de primero, tercero, quinto y séptimo semestre, durante el ciclo escolar 2025-1.

Instrumentos

La recolección de datos se realizó a través de dos encuestas, una para la fase inicial de la investigación y otra al final para analizar la percepción de la experiencia de aprendizaje. Ambos instrumentos se aplicaron a través de formularios de Google.

El instrumento de diagnóstico se diseñó con base en el primer objetivo y la primera pregunta de investigación. Integra cuatro variables nominales (edad, sexo, semestre y carrera), 17 afirmaciones sobre habilidades y actitudes para análisis y resolución de problemas, y una escala Likert para evaluar cinco aspectos del pensamiento: cuatro reactivos para análisis, tres para interpretación, tres de evaluación, tres de inferencia y cuatro de metacognición.

El segundo instrumento se diseñó a partir de los objetivos de investigación tres y cuatro. Es una encuesta de percepción sobre el uso de la metodología y se aplicó al final de la experiencia de aprendizaje. Contiene 38 preguntas para evaluar las habilidades de pensamiento analítico y crítico, se emplearon los 17 reactivos del instrumento diagnóstico y se diseñaron 18 afirmaciones con escala Likert, segmentadas en cuatro áreas: utilidad y facilidad del uso de la IAG, impacto en el aprendizaje y desarrollo de habilidades, confianza y ética en el uso de la IAG, percepción global y satisfacción. Además, incluye tres preguntas abiertas para retroalimentación al docente.

Los resultados responden a las dos últimas preguntas de investigación, pues brindan información sobre la percepción de los principales beneficios y desafíos del impacto de la integración de una metodología activa con las IAG.

En la revisión teórica para abordar el segundo objetivo y su respectiva pregunta, se analizaron metodologías activas como aula invertida, aprendizaje basado en problemas y método del caso. Se eligió inicialmente este último por su enfoque en el análisis y solución de problemas reales, promoviendo el aprendizaje activo (Ertmer & Newby, 2013). Aunque es común en administración y derecho, su uso en ingeniería es limitado. Se descartó por considerarse más adecuado para asignaturas de Ingeniería Aplicada o del ámbito Socio-Humanístico y Económico-Administrativo. Aun así, contribuye al desarrollo de competencias clave como toma de decisiones basada en datos, colaboración y pensamiento crítico (Kolodner et al., 2003).

Metodología propuesta para el desarrollo del pensamiento analítico y crítico con IAG

A partir de la revisión teórica, se diseñó y estructuró la siguiente metodología para fomentar la participación de la comunidad estudiantil y fortalecer el pensamiento analítico, crítico e integridad académica mediante el uso de la IAG, integrando siete elementos:

1.Justificación: el pensamiento analítico y crítico son habilidades esenciales en la formación de estudiantes de ingeniería, ya que permiten evaluar información de manera objetiva y tomar decisiones fundamentadas. Para desarrollar estos tipos de pensamiento desde el aula, es necesario trascender los métodos tradicionales centrados en la transmisión de conocimiento e implementar estrategias estructuradas que fomenten la argumentación, la reflexión y el uso

ético de herramientas tecnológicas emergentes. Esta metodología sigue un enfoque de cuatro fases, similar al método del caso, pero sin requerir de la búsqueda o redacción de uno. En su lugar, se basa en el rol activo de la comunidad estudiantil en la investigación, análisis, presentación y retroalimentación de un tema. Esto representa para el estudiantado una situación compleja que debe resolverse con el uso ético de herramientas de IAG.

2. Objetivo general: desarrollar el pensamiento analítico y crítico en estudiantes de ingeniería a través de la investigación, argumentación, reflexión y retroalimentación, integrando el uso ético de herramientas de IAG para la toma de decisiones fundamentadas en distintos contextos.

3. Principios fundamentales:

- Evaluación diagnóstica: permite conocer la percepción de los estudiantes sobre su propio desarrollo del pensamiento analítico y crítico.
- Uso responsable de la IAG: se integra como herramienta para la búsqueda y análisis de información, destacando la importancia de la verificación y el uso ético.
- Trabajo en fases estructuradas: se establecen cuatro momentos clave de aprendizaje para la construcción del conocimiento.
- Reflexión y metacognición: se enfatiza la importancia de evaluar el propio aprendizaje y su impacto en el desarrollo de competencias profesionales.

4. Previamente, el docente brinda una breve explicación del tema y las fases de implementación:

Fase 1: Preparación individual

- Se solicita a los estudiantes investigar información adicional sobre el tema, utilizando herramientas de IAG de manera ética, destacando la premisa: “Puede cometer errores. Considera verificar la información importante”.
- Se enfatiza la importancia de analizar y verificar la información, así como de emplear normas de citación en caso de recuperación de contenido textual.

Fase 2: Discusión en equipos

- Los estudiantes trabajan en equipos para analizar la información recuperada, generando una lluvia de ideas sobre un subtema asignado.
- Cada equipo analiza, prepara y presenta un subtema en un formato de exposición.
- El docente guía la discusión mediante preguntas estratégicas y observaciones, a través de la participación de cada integrante, la cual se hace a discreción del docente, es decir, el docente “hace una llamada en frío”.

Fase 3: Recapitulación en plenaria

- Se refuerzan los aprendizajes mediante una sesión grupal en la que se destacan fortalezas y oportunidades en la argumentación y el análisis de información.
- Se enfatizan conceptos clave, se promueve la participación activa.

Fase 4: Reflexión individual

- Se motiva a los estudiantes a evaluar la validez de la información analizada y reflexionar sobre los aprendizajes adquiridos.
- Se vincula el conocimiento con los AE de la asignatura.

5. Recursos necesarios:
- Herramientas de IAG (como ChatGPT o similares).
- Formulario de Google Forms para la gestión de aprendizaje, recopilación y evaluación de respuestas.
- Materiales de referencia para la validación de información.

6. Evaluación del aprendizaje:
- Instrumento diagnóstico: para evaluar la percepción inicial de los estudiantes sobre su desarrollo del pensamiento analítico, crítico y conocimientos previos del tema.
- Instrumento de percepción de la experiencia de aprendizaje: encuesta de cierre para valorar el impacto de la metodología en el aprendizaje de los estudiantes.
- Evaluación formativa o sumativa: aplicada por cada docente según los criterios de la asignatura.

7. Conclusión: la implementación de esta metodología permite fomentar el desarrollo del pensamiento analítico y crítico en los estudiantes, promoviendo el uso responsable de la IAG y el aprendizaje basado en la argumentación y la reflexión estructurada. Su aplicación puede adaptarse a diversas disciplinas y niveles educativos, contribuyendo a la formación de profesionales con habilidades de análisis y toma de decisiones fundamentadas.

Análisis estadístico y temático

El análisis cuantitativo compara los promedios por sección, con ello se identificaron las mejoras significativas en cada área del pensamiento, en relación con la experiencia utilizando la IAG. También se calcularon los promedios y distribuciones de respuesta para cada sección para evaluar las percepciones generales de los estudiantes.

El análisis cualitativo se realizó con la IAG e incluye la observación de cambios individuales y grupales, respecto al impacto de la intervención en el desarrollo del pensamiento analítico y crítico. Además, se revisaron las respuestas de retroalimentación para identificar temas comunes, puntos de mejora y recomendaciones.

RESULTADOS

Respecto a datos sociodemográficos, la muestra estuvo conformada por 84.8% hombres y 15.2% mujeres, se ha considerado que está sesgada hacia estudiantes hombres jóvenes, lo que podría influir en los resultados generales de percepción. Sus edades oscilan principalmente entre los 17 y 26 años, con algunas excepciones fuera de este rango.

La participación de estudiantes por carrera se muestra en la Figura 1.

Figura 1. *Participación por carrera.*

El 32.2% se encontraba inscrito en primer semestre, el 61.7% en tercero, 5.2% en séptimo y 0.9% en quinto.

El instrumento de diagnóstico permitió alcanzar el primer objetivo e identificar la media en las respuestas, concentrada en la escala de Likert 4, es decir, frecuentemente se perciben identificados con cada una de las acciones descritas y vinculadas al pensamiento analítico y crítico. Se precisa que la mayoría de las respuestas se encuentran entre los valores medios a altos (3-5 en escala Likert), lo que sugiere una autopercepción positiva con respecto a los aspectos clave del pensamiento.

Debido a que la mayoría de los estudiantes experimentan confianza con respecto a su capacidad para analizar, resolver problemas y tomar decisiones, se consideró el resultado para introducir herramientas de inteligencia artificial generativa que potencialmente pueden mejorar aún más las habilidades del pensamiento e integridad académica.

Los resultados del segundo instrumento con respecto a las acciones vinculadas a la percepción del pensamiento analítico y crítico precisan mejorías al:

- Identificar los supuestos o bases en los que se apoya una afirmación o argumento, el 44.8% ya lo hace, el 39.4% se mantuvo sin cambio, pero un 15.8% percibe que tuvo un retroceso, este último es un dato significativo que puede estar justificado por la curva de aprendizaje.
- Comprender y describir los conceptos clave de los problemas que se les presentan, el 42% ya se percibe capaz, el 41% considera que no experimentó ningún cambio, mientras que el 17% percibe un retroceso.

Respecto a las quince acciones restantes, se identificó que la respuesta promedio para cada acción fue “frecuentemente”, es decir, los alumnos se perciben igual después de vivir la experiencia de aprendizaje con la metodología propuesta.

Las respuestas vinculadas a conocer cuál método prefieren, indican que: el 42.2% destaca la importancia de combinar la enseñanza tradicional con la IAG, pero usándola como complemento y no como sustituto; algunos de los estudiantes proponen usar IAG para investigar previamente y luego reforzar con la clase del docente; otros sugieren que la IAG se utilice en la resolución de ejercicios, pero con supervisión docente; el 57.8% prefiere una

enseñanza tradicional, pues expresan distintas preocupaciones sobre la fiabilidad de la IAG y la necesidad de verificar la información.

El análisis cualitativo muestra que la preferencia por el método tradicional se debe, en parte, a que los estudiantes están acostumbrados a la enseñanza expositiva y a la percepción de que el docente experto proporciona explicaciones más claras y directas.

Las respuestas a las preguntas sobre cómo fue su experiencia formativa muestran que la mayoría de los estudiantes describe la experiencia como "enriquecedora", "agradable", "formativa", "satisfactoria" y "completa". No obstante, se menciona que “el aprendizaje sin una guía estructurada resultó desafiante”. Además, se destaca el desarrollo de habilidades como la investigación, el análisis y la resolución de problemas.

Se identificaron las siguientes dificultades:

- Sobrecarga de temas. Varios estudiantes mencionan que la cantidad de temas a abordar en poco tiempo fue excesiva, lo que afectó la profundidad del aprendizaje.
- Exposiciones. Algunos estudiantes consideran que la dinámica de exposiciones no fue eficaz, ya que no siempre se transmitía la información de manera clara.
- Falta de orientación docente. Se sugiere que la explicación del profesor es clave para consolidar el conocimiento.

Es importante señalar que la comunidad también aportó las siguientes propuestas para mejorar la metodología:

- El 30% optó por la integración de la enseñanza tradicional con el método al cual fueron expuestos, utilizándolo como complemento y no como sustituto del docente.
- Respecto al método propuesto y la dinámica que se genera en clase, alrededor del 40% propone explicaciones sencillas y más detalladas. Mayor uso de ejemplos, aplicaciones en la ingeniería y retroalimentación constante por parte del docente.
- En cuanto a las estrategias de evaluación y aprendizaje autónomo, el 15% sugiere fomentar la investigación autónoma y acompañarla con ejercicios prácticos, implementar actividades que obliguen a los estudiantes a participar activamente. Algunos estudiantes creen que se deben dar ejercicios de dificultad progresiva para mejorar el aprendizaje.
- Debido a que la metodología promueve el aprendizaje autodidacta con apoyo de la IAG, la comunidad encuestada destaca la importancia de considerar el uso de distintas tecnologías de la información y comunicación (TIC) como videos de YouTube y no únicamente la IAG como apoyo para el aprendizaje.

CONCLUSIONES

Para la mayoría de los encuestados, la experiencia fue positiva, pese a que el método tradicional sigue siendo el más elegido y únicamente el 42.2% de los estudiantes prefieren la metodología propuesta apoyada de la IAG y con la guía del experto.

El análisis estadístico muestra áreas de oportunidad de las cuales destaca el hecho de que los estudiantes valoran la libertad para investigar y aprender a su propio ritmo, además, utilizan la IAG como una herramienta fundamental, pues llegó para mejorarse, pero debe emplearse

de manera ética, analítica y crítica junto con otras herramientas digitales. Además, continúan relacionando la figura del profesor como parte fundamental para estructurar el conocimiento.

Por lo anterior, se propone desarrollar una estrategia de mejora que considere la reducción de carga cognitiva, es decir, de temas por sesión para permitir una mejor comprensión, complementar la metodología autodidacta con más explicaciones estructuradas por parte del docente, promover el uso de distintas TIC, y ampliar las sesiones de debate y retroalimentación para mejorar la asimilación del conocimiento.

Finalmente, la metodología propuesta demuestra un impacto positivo en la formación de los futuros ingenieros, ya que fortalece el desarrollo del pensamiento analítico, crítico e integridad académica, fomenta la autorregulación del aprendizaje y motiva una participación más activa en clase. A pesar de los desafíos asociados a su implementación, los resultados indican que los estudiantes adquieren mayor confianza en la aplicación de herramientas digitales para la resolución de problemas complejos. Estos beneficios justifican la adopción de esta metodología en diversas asignaturas, con ajustes que mitiguen la sobrecarga cognitiva y optimicen el acompañamiento docente.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado Arellano, M., García Franchini, C., & Flores Flores, J. V. (2024). Indicios del uso estudiantil de la IA generativa. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*, 737–747. https://doi.org/10.63136/read1620241007pp737

CRUE Universidades Españolas. (2024). *La inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria: Oportunidades, desafíos y recomendaciones*. CRUE Universidades Españolas. https://www.crue.org/wp-content/uploads/2024/03/Crue-Digitalizacion_IA-Generativa.pdf

De la Chaussée Acuña, M. E., & Cházari de la Chaussée, R. (2013, 16 de octubre). *El plagio en estudiantes universitarios*. En *Memoria electrónica del XII Congreso Nacional de Investigación Educativa (COMIE)*. https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v12/doc/0536.pdf

Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly, 26*(2), 43–71. https://doi.org/10.1002/piq.21143

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10139722

Kolodner, J. L., Gray, J. T., & Fasse, B. B. (2003). Promoting transfer through case-based reasoning: Rituals and practices in Learning by Design™ classrooms. *Cognitive Science Quarterly, 3*(2), 183–232. http://sites.cc.gatech.edu/projects/lbd/htmlpubs/promotingtransfer.html

Luelmo del Castillo, M. J. (2018). Origen y desarrollo de las metodologías activas dentro del sistema educativo español. *Encuentro: Revista del Departamento de Filología Moderna, 27*, 4–21. https://erevistas.publicaciones.uah.es/ojs/index.php/encuentro/article/view/1890

Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26*(2), 582–599. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3

Silva Quiroz, J., & Maturana Castillo, D. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa, 17*(73), 117–132. https://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n73/1665-2673-ie-17-73-00117.pdf

UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455_spa

IDENTIFICACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS FUERZAS INERCIALES EN UNA IMPRESORA 3D

IDENTIFYING THE EFFECTS OF INERTIAL FORCES IN A 3D PRINTER

M. R. Cruz Deviana[1]
J. Cortés Pérez[2]
A. Aguilar Pérez[3]
J. García Zárraga[4]

RESUMEN

El rediseño periódico de elementos mecánicos y maquinaria es esencial para la calidad de los productos y la optimización de procesos industriales. Esta mejora permite la reducción de costos, la disminución de tiempos de manufactura y el incremento de la durabilidad de las máquinas. Un factor importante que considerar en el diseño de maquinaria, y particularmente en impresoras 3D, son las fuerzas inerciales. Estas fuerzas, generadas por la aceleración y desaceleración de los componentes móviles en un sistema, pueden afectar la precisión y estabilidad de un proceso. En el contexto de la fabricación mediante el proceso MDF, se propone un estudio para identificar los efectos de las fuerzas inerciales durante el prototipado de elementos con el propósito de mejorar la configuración de una impresora 3D cartesiana, considerando un análisis dimensional de piezas, y posteriormente, proponer una redistribución de componentes mecánicos y electrónicos para optimizar su desempeño, minimizando las fuerzas inerciales y vibraciones no deseadas, con el objetivo de mejorar la precisión y calidad de los elementos fabricados.

ABSTRACT

The periodic redesign of mechanical elements and machinery is essential for ensuring product quality and optimizing industrial processes. These improvements can lead to cost reduction, decreased manufacturing times, and increased machine durability. A critical factor in machinery design, particularly for 3D printers, is the management of inertial forces. These forces, generated by the acceleration and deceleration of moving components, can negatively impact process precision and stability. In the context of manufacturing using the MDF process, a study is proposed to identify the effects of inertial forces during element prototyping. The goal is to improve the configuration of a Cartesian 3D printer by analyzing part dimensions and subsequently proposing a redistribution of mechanical and electronic components. This redistribution aims to optimize performance by minimizing inertial forces and unwanted vibrations, ultimately improving the precision and quality of the manufactured elements.

ANTECEDENTES

Para el área de la mecánica, la manufactura mediante tecnología de impresión 3D ha revolucionado la creación de prototipos y la producción de piezas personalizadas mediante procesos como la sinterización, la estereolitografía y la deposición de material fundido. Estas técnicas, con apoyo de impresoras 3D mediante la configuración delta y cartesiana (Ahmed et al., 2020), han experimentado mejoras significativas gracias a diversas modificaciones (Nooralhoda et al., 2020) (Okezie et al., 2023). A pesar de los avances en la manufactura

[1] Profesor de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. ricardocruzy4@aragon.unam.mx
[2] Coordinador del Centro Tecnológico en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. jacop@unam.mx
[3] Profesor de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. arturoaguilar8s5@aragon.unam.mx
[4] Jefe de Carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. electricaelectronica@aragon.unam.mx

aditiva, las impresoras 3D tipo cartesiana aún presentan desafíos técnicos durante el prototipado, como la adherencia de la primera capa, la deformación de la pieza durante su fabricación, la obstrucción de la boquilla y la calidad de los elementos.

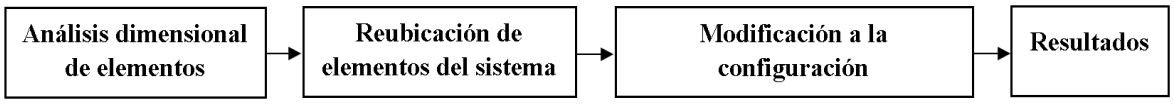
Algunos de estos problemas pueden ser ocasionados por fuerzas inerciales generadas durante el funcionamiento de la impresora. Las aceleraciones y desaceleraciones de los componentes móviles, como el cabezal ubicado en el eje *x* y la cama caliente que se encuentra en el eje *y*, generan fuerzas que pueden afectar la precisión dimensional y la estabilidad del proceso, resultando en capas irregulares y componentes no detallados. Sin embargo, mediante la propuesta de modificación a la configuración de una impresora 3D comercial, es posible mitigar estos efectos negativos y lograr una mayor precisión en las dimensiones de las piezas, reduciendo la variabilidad en las dimensiones y obteniendo resultados más detallados (Hasan et al., 2019). Un rediseño a la configuración que proporciona el fabricante puede mejorar la gestión del proceso, lo que se traduce en un menor tiempo de impresión sin comprometer la calidad de los elementos (Chalupa et al., 2023).

Es importante considerar que la impresión 3D ha emergido como una tecnología con aplicaciones tanto en la industria como en la formación de ingenieros, permitiendo la creación rápida y eficiente de prototipos y piezas personalizadas. Es posible que el impacto llegue a sectores como la medicina, la aeroespacial y la automotriz. Simultáneamente, la integración de la impresión 3D en la educación está proporcionando habilidades prácticas y conocimientos actualizados, permitiendo a los estudiantes diseñar, prototipar y fabricar, fomentando la creatividad, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. La exposición a conceptos de fabricación digital, como CAD y fabricación aditiva, prepara a los ingenieros para diseñar procesos de producción eficientes, optimizar cadenas de suministro y desarrollar productos innovadores, satisfaciendo así las demandas del mercado (Yi Wei et al., 2017).

METODOLOGÍA

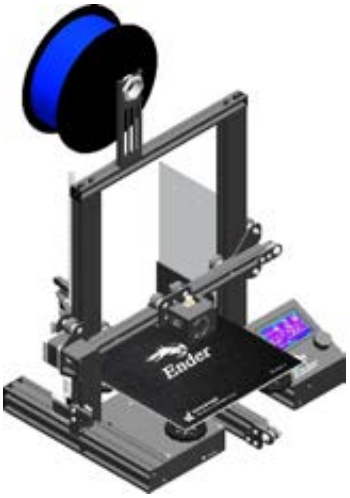
En la presente investigación se propone el desarrollo de la siguiente metodología, dada por la Figura 1.

Figura 1. *Metodología para la disminución del efecto de las fuerzas inerciales en una impresora 3D.*



Mediante el uso de CAD y una impresora 3D cartesiana, es posible analizar el diseño de una estructura y proponer soluciones de mejora. Esto se logra al observar el proceso de manufactura e identificando los elementos clave que influyen en el proceso de manufactura. La configuración de la impresora se muestra en la Figura 2.

Figura 2. *Modelo CAD de impresora 3D cartesiana.*



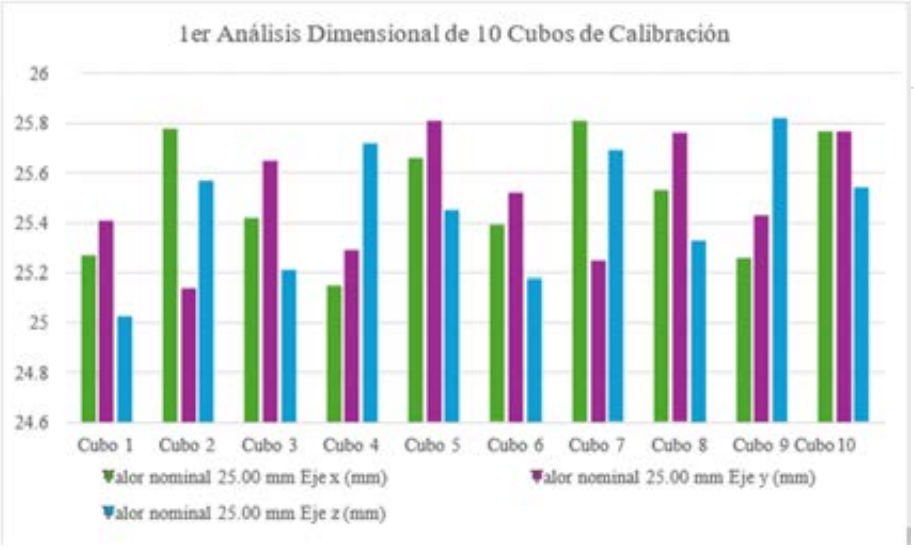
En la estructura se puede observar el soporte de la bobina, la fuente de alimentación y la estructura de aluminio que soporta el eje z y el cabezal. Para el análisis dimensional, se propone el uso de ácido poliláctico y se consideran los parámetros que se muestran en la Tabla 1 en un software convencional de manufactura aditiva 3D.

Tabla 1. *Valores de los ajustes de impresión 3D para experimentación.*

Ajuste	Valor
Material	PLA
iámetro de boquilla	0.4 mm
Altura de capa	0.2 mm
Número de paredes	4
Densidad	50%
Patrón de relleno	Rejilla
Velocidad	120 mm/s
Temperatura	200 °C

De manera inicial, se llevó a cabo una recopilación de datos mediante la fabricación de 10 cubos de calibración, con dimensiones de 25 mm en cada uno de sus lados (ejes x, y, z). Estos elementos fueron impresos utilizando una velocidad máxima de impresión de 180 mm/s, según la ficha técnica del fabricante. El tiempo total de manufactura para los 10 cubos fue de 1 hora y 12 minutos, donde los resultados se muestran en la Figura 3.

Figura 3. *Valores dimensionales del cubo de calibración para eje x, y, z.*



La gráfica revela la disparidad entre las dimensiones nominales y las dimensiones físicas de cada uno de los ejes del cubo, un fenómeno cuantificado mediante la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{(s^2)}$$

Donde:

$$s^2 = \sum (x_i - \bar{x}) / (n-1)$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2$$

$$\bar{x} = (x_1 + x_2 + \ldots + x_n) / n$$

La presencia de desviaciones en los ejes *x*, *y* y *z* con respecto al valor nominal de 25 mm indica una dispersión en las dimensiones de los cubos, siendo que la tolerancia proporcionada por el fabricante es ± 0.1 mm. Se observó una desviación de 0.2415 mm en el eje *x*, 0.2377 mm en el eje *y,* y 0.2605 mm en el eje *z*. Estas desviaciones, aunque parecen mínimas, pueden ser significativas, especialmente en piezas que requieren precisión milimétrica, como aquellas que se utilizan en ensambles. Un valor de desviación mayor implica una mayor dispersión en las dimensiones, lo que puede resultar en problemas de funcionamiento, necesidad de retrabajo y tiempos de fabricación prolongados.

Reubicación de elementos del sistema

La reubicación de componentes de la impresora tiene como objetivo comprobar si existe una relación entre la variabilidad dimensional y la ubicación de estos elementos. En caso de ser afirmativo, es necesario encontrar una configuración óptima que permita reducir el valor de las desviaciones en los ejes mediante $s = \sqrt{(s^2)}$.

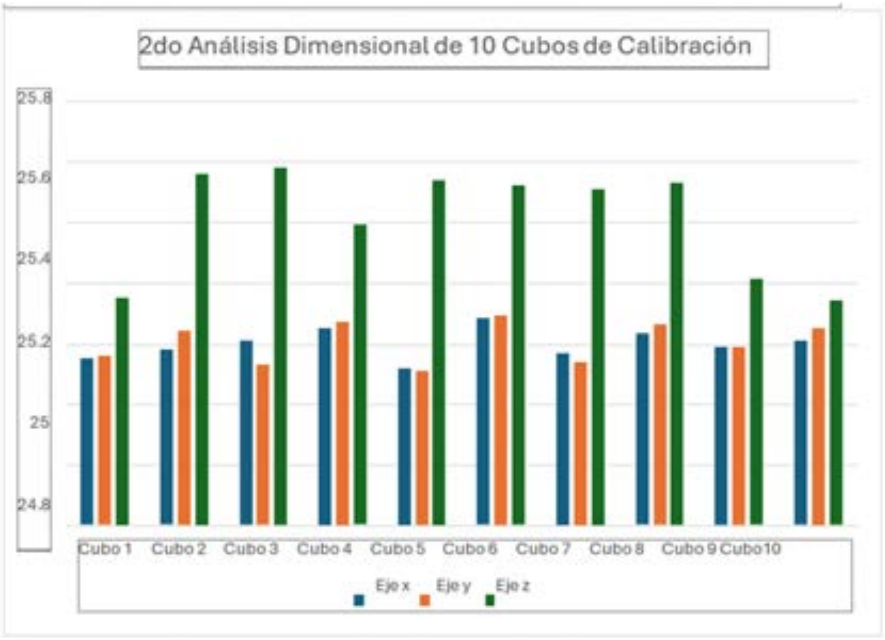
Para lograr esto, se propone reubicar el soporte de la bobina de filamento hacia el lado

izquierdo de la base, y al mismo tiempo, desplazar la fuente de alimentación eléctrica hacia el extremo derecho de la base, tal como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. *Reubicación de componentes de una impresora 3D.*

Para la reubicación de la fuente de alimentación fue necesario el desarrollo de componentes que permitan su integración en la estructura mediante manufactura aditiva. Al realizar una segunda impresión de 10 cubos de calibración, considerando los mismos valores en los ajustes de impresión, se obtuvieron las siguientes gráficas que se muestran en la Figura 5.

Figura 5. *Valores dimensionales del cubo de calibración para eje x, y, z posterior a la reubicación del soporte de la bobina y fuente de alimentación.*



En el segundo análisis de variabilidad se observó una disminución en los valores del eje *x* y *y*, mientras que el eje *z* mantuvo una desviación similar al primer análisis. La desviación estándar para el eje *x* fue de 0.2179 mm, para el eje *y* de 0.2563 mm y para el eje *z* de 0.4220

mm. Se puede observar una correlación entre la desviación de cada eje, lo que sugiere que, si un eje no está funcionando de manera adecuada o no está calibrado, puede influir en el comportamiento de los demás ejes.

Para realizar un tercer análisis, donde se pueda apreciar si existe una disminución en la desviación en el eje z, se instaló un segundo motor con varilla apoyado en el marco de aluminio de la impresora, con el fin de generar una extrusión estable. La configuración predeterminada de la impresora, al trabajar con un solo motor para el eje z, generaba un esfuerzo importante en esta parte del sistema de ascenso, ya que dicho dispositivo permite la elevación o descenso del eje x. El sistema integrado en el marco de la impresora incluye un motor nema 17 con un torque de 3.7 kg.cm, una varilla roscada de 3/8 de pulgada de acero galvanizado y un adaptador, como se muestra en la Figura 6.

Figura 6. *Integración de un segundo eje z en el marco de la impresora 3D (lado derecho).*

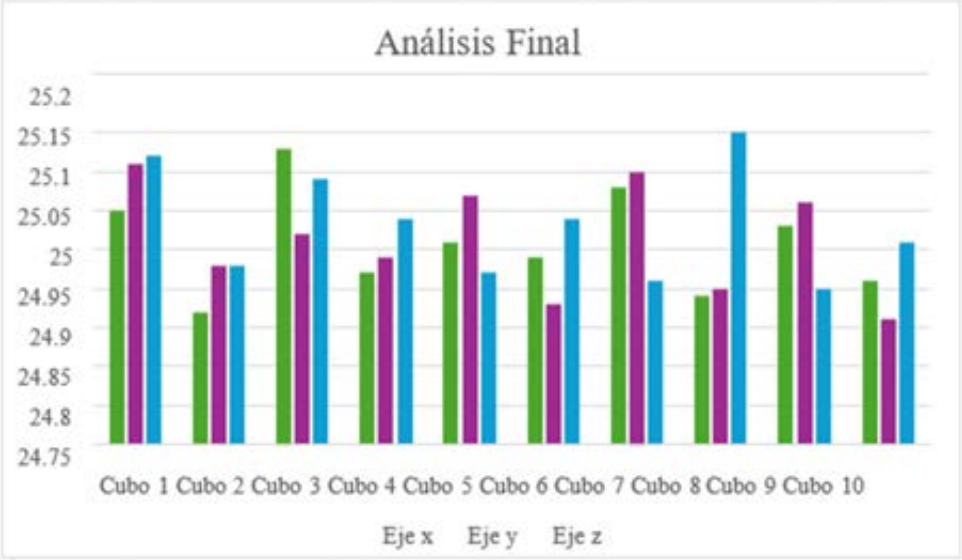
Para calibrar los ejes x e y, se tensó la banda elástica para que el motor pueda mover el extrusor y la cama caliente, respectivamente. En el eje z se integró un sensor de auto nivelación que ajusta de manera automática la altura respecto a la cama caliente, utilizando un sensor de distancia que hace contacto con diferentes puntos distribuidos en toda la superficie. Para esto, se actualizó el software de la impresora con recursos de la página oficial del fabricante. La extrusión de filamento se modificó implementando un adaptador en el cabezal que mejora la salida de material al omitir el tubo bowden entre el extrusor y el cabezal, como se ve en la Figura 7.

Figura 7. *Soporte para motor en el extrusor.*

RESULTADOS

Un análisis final proporciona los datos que se pueden observar en la Figura 8. La desviación del eje z disminuyó a un valor de 0.0699 mm.

Figura 8. *Análisis final de dimensiones de 10 cubos de calibración.*



Los valores que se pueden observar se encuentran de 25.12 mm a 24.95 mm, con una desviación cercana al valor nominal que no supera los valores de 24.9 mm y 25.20 mm. Considerando la precisión de una máquina CNC de este tipo en +/- 0.1 mm, se observa que el valor nominal de la pieza está en función de la velocidad de trabajo, influenciado por las fuerzas inerciales generadas durante su funcionamiento, específicamente por el movimiento de los ejes al posicionar el cabezal o al realizar cambios de movimiento que involucran aceleraciones en un corto tiempo.

Análisis de deformación del soporte

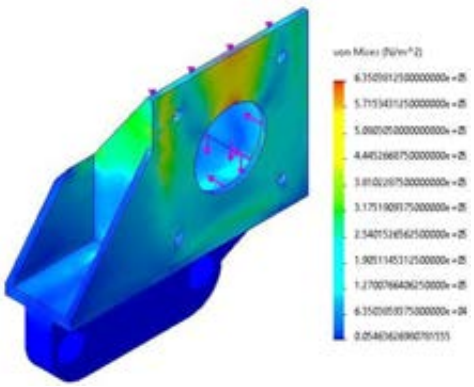
En la fabricación del soporte del extrusor se consideran los siguientes valores, que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. *Ajustes de impresión para soporte de extrusor.*

Ajuste	Valor
Diámetro de boquilla	0.4 mm
Altura de capa	0.2 mm
Densidad de relleno	100%
Temperatura de extrusión	210 °C
Velocidad	90 mm/s

El tiempo de prototipado inicial para el soporte es de 2 horas y 5 minutos, sin embargo, se puede reducir al modificar algunos parámetros específicos. Se propone aumentar la altura de capa de 0.2 mm a 0.32 mm. La densidad se mantendrá sin cambios, ya que influye significativamente en la estructura del elemento. La temperatura de extrusión se eleva al límite máximo en 220 °C y se aumenta la velocidad de impresión a 120 mm/s. Este último ajuste se debe a la correlación existente entre temperatura y velocidad, lo que resulta en un tiempo de fabricación estimado de 1 hora y 17 minutos. Posteriormente, se realizó un análisis de elementos finitos para confirmar que estos cambios no comprometan el rendimiento del soporte, cuyos resultados se mostrarán en la Figura 9.

Figura 9. *Estudio de elemento finito del soporte para motor nema 17.*



En la Figura se puede observar el área donde se sitúa el esfuerzo ubicado en la parte central del círculo, el esfuerzo máximo dado por una fuerza de 6.35 Nm^2. Se puede apreciar que el esfuerzo generado por el motor NEMA 17 no interfiere de manera significativa con la estructura del soporte.

CONCLUSIÓN

El efecto generado por las velocidades de los elementos pertenecientes a las máquinas de impresión 3D cuando están trabajando genera errores. Algunas soluciones son el rediseño y la modificación de la configuración de fábrica de estos dispositivos.

En este caso, la redistribución de elementos permitió disminuir el efecto de las fuerzas

inerciales ocasionadas por la bobina y la fuente de alimentación, sin embargo, este aspecto requiere un análisis más amplio, donde se considere las vibraciones generadas a una velocidad superior de 100 mm/s, utilizando un acelerómetro. Mediante un análisis dimensional, es posible deducir el comportamiento de una máquina, lo que permite corregir o atenuar los errores y estandarizar el proceso a través de una reconfiguración que implique la reubicación de los elementos de mayor peso.

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, W., Alabdouli, H., Alqaydi, H., Mansour, A., Al Khawaja, H., & Al Jassmi, H. (2020, 10–12 de marzo). *Open source 3D printer: A case study*. En Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2020) (pp. 2995–3004). IEOM Society International. https://www.ieomsociety.org/ieom2020/papers/865.pdf

Ahmed Altayeb, A. N., & Abdelgader Elagib, A. A. (2020). Build low cost 3D delta printer using fused deposition modeling technology. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 9*(2). https://doi.org/10.17577/IJERTV9IS020047

Chalupa, V., Stanek, M., Vanek, J., Strnad, J., & Ovsik, M. (2023). Design of dual-head 3D printer. *Manufacturing Technology, 23*(2), 177–185. https://doi.org/10.21062/mft.2023.032

Okezie, R. C., Nwaogu, C., Ikechukwu, I. F., Kadurumba, C. H., & Durumbah, E. (2023). The design and development of a low-cost Cartesian 3D printer. *Advances in Engineering Design Technology, 5*(3). https://doi.org/10.5281/zenodo.10340709

Tasneem, M. H. B., & Amer, G. T. (2019, 23–26 de julio). *Design, fabrication and testing of a 3D printer*. En Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM 2019) (pp. 2334–2344). IEOM Society International. https://ieomsociety.org/pilsen2019/papers/508.pdf

Tay, Y. W. D., Panda, B., Paul, S. C., Noor Mohamed, N. A., Tan, M. J., & Leong, K. F. (2017). 3D printing trends in building and construction industry: A review. *Virtual and Physical Prototyping, 12*(3), 261–276. https://doi.org/10.1080/17452759.2017.1326724

GAMIFICACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE ACTIVO

GAMIFICATION IN HIGHER EDUCATION TO PROMOTE ACTIVE LEARNING

L. G. Valenzuela Segura[1]
W. J. Guzmán González[2]
S. L. Pallares Rubio[3]
C. L. Guzmán González[4]

RESUMEN

La gamificación es una estrategia didáctica que se puede aplicar en distintos niveles de la enseñanza, utilizando procesos de innovación tecnológica en el aula. Las actividades lúdico-académicas integran el juego como acción didáctica que favorece el aprendizaje. El presente artículo expone el uso de gamificación como estrategia didáctica cuyo objetivo es mejorar el desempeño académico en educación superior. La presente investigación está dirigida a estudiantes de ingeniería y administración con el objetivo de analizar el proceso de desarrollo de competencias en el estudiantado mediante la implementación de estrategias de gamificación en diversas secuencias didácticas aplicadas en asignaturas de distintos programas educativos. Se desarrolló una investigación mixta que combinó métodos cualitativos y cuantitativos para ofrecer una perspectiva integral del fenómeno estudiado. El alcance de este estudio impactó a dos grupos de ingeniería y uno de la licenciatura en administración. Los resultados de los tres casos de estudio demuestran que la gamificación es una herramienta didáctica efectiva que mejora significativamente el aprendizaje, la motivación y la participación de los estudiantes.

ABSTRACT

Gamification is a teaching strategy that can be applied at different levels of teaching, using technological innovation processes in the classroom. Recreational-academic activities integrate the game as a teaching action that favors learning. This article exposes the use of gamification as a teaching strategy whose objective is to improve academic performance in higher education, in the case of this research aimed at engineering and administration students with the objective of analyzing the process of competence development in the studied through the implementation of gamification strategies in various teaching sequences applied in subjects of different educational programs. A mixed research was developed that combined qualitative and quantitative methods to offer a comprehensive perspective of the studied phenomenon. The scope of this study impacted two engineering groups and one from the administration degree. The results of the three case studies demonstrate that gamification is an effective teaching tool that significantly improves student learning, motivation and participation.

ANTECEDENTES

Las nuevas formas de aprender del estudiantado requieren un enfoque didáctico pues han experimentado una transformación profunda, impulsada por la integración de tecnologías avanzadas, un enfoque más flexible y personalizado del aprendizaje y la colaboración entre diversas disciplinas.

La educación superior se ha adaptado a un mundo que cambia rápidamente, en el que el estudiantado no solo busca adquirir conocimientos, sino también desarrollar habilidades prácticas y cognitivas que los preparen para los desafíos que deberán enfrentar en su ejercicio

[1] Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Chihuahua. lucrecia.vs@chihuahua.tecnm.mx
[2] Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Chihuahua. wendy.gg@chihuahua.tecnm.mx
[3] Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Chihuahua. sonia.pr@chihuahua.tecnm.mx
[4] Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Chihuahua. cynthia.gg@chihuahua.tecnm.mx

profesional de una manera más real, enfocada a su quehacer disciplinar y con un proceso formativo más aplicable a la realidad laboral.

El estudiantado actualmente está inmerso en un entorno educativo altamente dinámico y tecnológico. Aprenden de manera más flexible, personalizada, divertida y colaborativa, con herramientas que les permiten adaptar el proceso educativo a sus necesidades y requieren de mayor dinamismo en las actividades de enseñanza y aprendizaje.

De acuerdo con (Anna Engel, 2021) algunas modalidades didácticas para el aprendizaje que se utilizan actualmente son: aprendizaje híbrido y en línea, inteligencia artificial y personalización, realidad aumentada y virtual, aprendizaje colaborativo y proyectos interdisciplinarios, entre otros que hacen uso de la metodología de gamificación para el aprendizaje.

La facilidad y velocidad de acceso a la información y exposición a distintas formas de presentación de la información, obliga al proceso educativo a mantenerse alineado a la velocidad de aprendizaje en un entorno escolarizado que se asemeje de una manera muy aproximada a la realidad.

En la actualidad, el uso de actividades lúdicas en el proceso de aprender promueve una mayor participación del estudiantado en las actividades planeadas por el profesorado en su secuencia didáctica, ya quedaron atrás actividades que representaban mayor pasividad por parte de las personas que aprenden (Gómez, 2023).

La educación no puede permanecer estática, sino que debe ser flexible y adaptable a los requerimientos del ámbito social y laboral.

En México, como en otros países, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) posibilitan distintas oportunidades en el sistema educativo en educación superior, con opciones interesantes para cubrir las necesidades de la sociedad de la información y la comunicación, así como la revolucionada cultura digital. Esto contempla distintos elementos, como: las características de las juventudes en estas generaciones, las TIC como parte de la vida cotidiana en la sociedad actual, la migración cada vez mayor de la comunicación tradicional a la digital, entre otras.

Para *(UNESCO, 2023)*, las tecnologías de la información y la comunicación pueden ser beneficiosas para el aprendizaje del estudiante cuando los docentes dominan las competencias digitales y saben cómo integrarlas dentro del currículum.

Nuestro ámbito social, atraviesa por la vorágine de la comunicación y la información, es una sociedad interactiva en la que los usos de las TIC se relacionan con una gran cantidad de actividades que realizamos en nuestra cotidianidad y, que las personas, utilizan además una gran cantidad de horas de tiempo libre en juegos de video y entretenimiento los cuales mantienen atento al usuario de manera lúdica y atractiva haciéndolo permanecer aferrado al juego.

Por lo tanto, la aplicación de los principios técnicos del diseño de videojuegos a otros procesos o actividades no lúdicas de las personas, sobre todo al proceso de aprendizaje en cualquier ámbito que se requiera la asimilación de información y el desarrollo de conocimiento, se denomina gamificación y consiste en la ejecución de acciones predefinidas por el usuario, manteniendo una alta motivación mediante el juego (Tanevitch, y otros, 2023, p. 79).

Según (Tanevitch, y otros, 2023) el juego es un proceso cognitivo de aprendizaje y de diversión, es una forma de simular la realidad, una herramienta de aprendizaje que permite entrenar a las personas (los animales también juegan) en forma gradual, en la resolución de problemas complejos, descomponiéndolos en acciones básicas que son practicadas hasta la perfección.

De acuerdo con (Hernández-Horta, 2018), el aprendizaje basado en juegos o gamificación permite que los alumnos participen y creen una comunidad de aprendizaje, disfrutando de la libertad de experimentar y fallar en un entorno agradable. Así mismo los alumnos tienen la oportunidad de interactuar con sensaciones diferentes que los mantienen motivados.

Según (Contreras, 2017), el primer uso y documentación del término gamificación, se realizó en el 2008. El término se utilizó en una publicación de blog de Brett Terrill en donde describe la palabra como el acto de “tomar la mecánica de un juego y aplicarla a otras propiedades para aumentar el compromiso”.

La gamificación en educación es una estrategia que se ha incorporado en distintos niveles de la enseñanza, a partir de los procesos de innovación tecnológica en el aula. Si bien los juegos fueron diseñados con la finalidad del entretenimiento, su uso en el ámbito formativo adquiere una intencionalidad pedagógica.

Para (Foncubierta, 2014), gamificación es la técnica que el profesor emplea en el diseño de una actividad de aprendizaje (sea analógica o digital) introduciendo elementos del juego (insignias, límite de tiempo, puntaciones, dados, etc.) y su pensamiento (retos, competición, etc.) con el fin de enriquecer esa experiencia de aprendizaje, dirigir y/o modificar el comportamiento de los alumnos en el aula.

Gamificación definida como la integración de elementos de juegos en contextos no lúdicos, se ha convertido en un recurso eficaz para transformar la experiencia educativa (Guzmán, 2020). Por otra parte, (Paladines, 2021) señala que la gamificación está marcada como una estrategia para aumentar la motivación extrínseca, es decir brinda al estudiante estímulos externos que despiertan la curiosidad y aumentan el interés que se pueda divertir aprendiendo.

La implementación de acciones lúdicas o gamificación en el aula, especialmente las universitarias con actividades relacionadas al juego genera cierto rechazo por algunos docentes por la dificultad de diferenciar los términos y desconocer lo que es realmente la gamificación e identificar la frontera entre permanecer jugando en el aula y generar actividades que involucren el nivel de dominio cognitivo de síntesis a través de acciones que involucren dinamismo y alejen de la educación tradicional bancaria, la gamificación y el

juego organizado tiene como fin el logro del aprendizaje en distintos formatos de estímulo didáctico. Por lo tanto, la finalidad, no es únicamente la diversión sino el aprendizaje.

El aprendizaje activo es un enfoque pedagógico en el cual se pretende que el estudiantado sea el centro del proceso de aprender mediante su participación directa del conocimiento. En los métodos tradicionales, el profesorado trasmite información, en el aprendizaje activo requiere que quien aprende involucre sus habilidades como el aplicación, análisis, síntesis y evaluación de los contenidos a asimilar, logrando la metacognición como un proceso de comprensión más profunda y duradera.

Para (Bullé, 2021), propiciar las condiciones del aprendizaje activo, la construcción de espacios colaborativos es fundamental. De esta forma los alumnos tienen oportunidad de aportar, dialogar y generar conocimiento dentro del grupo. A esto se le llama aprender haciendo y es la herramienta principal para cumplir los objetivos del aprendizaje activo.

(González, 2018) realizó un estudio exploratorio que evidenció cómo la gamificación coordina diferentes componentes lúdicos para encauzar experiencias de aprendizaje, considerándola una herramienta capaz de satisfacer ciertas necesidades del sistema educativo, permitiendo el desarrollo de competencias digitales y la resolución de demandas formativas y profesionales.

Asimismo, (Lozoya, 2014) analizó el papel del aprendizaje activo en la educación superior como enfoque pedagógico, destacando que el aprendizaje activo implica la participación directa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, fomentando habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

De acuerdo con (Bullé, 2021) en el aprendizaje activo, los estudiantes tienen un rol activo en su proceso educativo, siendo estimulados a explorar, descubrir, experimentar y poner en práctica los conocimientos adquiridos en situaciones reales. Esta metodología se basa en la idea de que los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando están involucrados activamente en su proceso de aprendizaje y tienen la posibilidad de aplicar lo que han aprendido en situaciones prácticas y reales.

Los procesos de aprendizaje en un formato lúdico también pueden ser utilizados en educación superior, aunque se pudiera pensar que este nivel de estructura educativa las acciones de desarrollo de las competencias señaladas en los perfiles de egreso solamente ameritan de acciones de secuencias didácticas en un ámbito de mayor formalidad.

El Sistema Educativo Nacional en México enfrenta en desafío de mantener al estudiantado comprometido y motivado en su proceso de aprender. El juego mediante gamificación para el aprendizaje y definida como la incorporación de elementos y dinámicas de juego en contextos no lúdicos, emerge como una estrategia didáctica innovadora para fomentar el aprendizaje activo.
La presente investigación tiene como objetivo implementar estrategias didácticas mediante el uso de principios de la gamificación con diseño de juegos en contextos no lúdicos con la finalidad de motivar, involucrar y mejorar el desarrollo de competencias de aprendizaje.

La formación académica toma en cuenta escenarios diversos para el desarrollo del proceso de aprender; el contexto, la cultura, la economía que impulsan el desarrollo de las potencialidades humanas y de la capacidad para aprender y crear utilizando los medios disponibles para facilitarlo. El currículo debe ser multidisciplinar y amerita de una didáctica acorde a la dinámica social y tecnológica sin traspasar la frontera de lo formalizado del hecho educativo.

METODOLOGÍA

Se realizó una investigación mixta que combinó métodos cualitativos y cuantitativos para ofrecer una perspectiva integral del fenómeno estudiado. Los datos cuantitativos facilitaron la identificación de tendencias y patrones, mientras que el análisis cualitativo permitió comprender las razones y significados detrás de los aspectos analizados, en este caso, dentro del ámbito académico, el objetivo fue observar y analizar los resultados de aprendizaje y el desarrollo de competencias en el estudiantado mediante la implementación de las estrategias de gamificación en diversas secuencias didácticas, aplicadas en asignaturas de distintos programas educativos.

Las actividades de gamificación realizadas en cada uno de los grupos de las distintas asignaturas objeto de estudio de esta investigación estuvieron diseñadas para promover el aprendizaje con una exposición a distintas acciones de gamificación que potencializaran la motivación y favorecieran la evidencia de desempeño como parte del desarrollo de las competencias y el aprendizaje.

La finalidad de la presente investigación es evaluar el impacto en el desarrollo de las competencias señaladas en cada uno de los programas de asignatura de las carreras de ingeniería en gestión empresarial, ingeniería industrial y licenciatura en administración, con materias totalmente diferentes, tales como álgebra lineal, formulación y evaluación de proyectos y fundamentos de investigación. La muestra contempla un total de 262 estudiantes abarcando áreas de conocimiento de ingeniería y de administración sobre los procesos de aprendizaje en relación con la gamificación, integrando la intención pedagógica bien estructurada.

CASO 1: Implementación de H5P como estrategia de gamificación en el estudiantado de ingeniería en gestión empresarial para mejorar el desempeño académico en la materia de álgebra lineal.

La enseñanza de las matemáticas, en la carrera de gestión empresarial, ha sido percibida como una disciplina abstracta o difícil de aprender, y en ocasiones desmotivadora para el estudiantado. A lo largo de los años, algunos pedagogos han propuesto diversas metodologías para mejorar el proceso de aprendizaje de las matemáticas, entre ellas una de las más recientes es la gamificación.

Con el objetivo de promover una experiencia educativa más dinámica y atractiva, en el presente estudio se diseñaron juegos y retos interactivos utilizando la herramienta H5P integrada en la plataforma Moodle para la materia de álgebra lineal que consistieron en desafíos, niveles de dificultad progresivos y un sistema de puntos que recompensa la resolución de actividades con rapidez y precisión. Además, se utilizaron cuestionarios

interactivos, juegos de arrastrar y soltar y actividades de verdadero o falso, que no sólo estimulaban la participación, sino que también promovían la reflexión y el pensamiento crítico.

Estas actividades se diseñaron para temas claves de la asignatura, tales como matrices, sistemas de ecuaciones lineales, determinantes y espacios vectoriales, de tal manera que las personas que participan pudieran aplicar los conocimientos y poner a prueba sus habilidades a través de ejercicios prácticos.

Por otra parte, haciendo uso de herramientas de análisis que se encuentran disponibles en la plataforma Moodle fue posible analizar el progreso de cada uno de las personas participantes, el tiempo de permanencia de usuario en el curso, el tiempo invertido en cada actividad, el rendimiento en las pruebas, la participación general, así como la evolución del desempeño académico, comparando los resultados antes y después de la implementación de la gamificación.

La actividad relacionada a esta investigación se realizó durante el semestre de agosto a diciembre de 2024, con un grupo de 40 estudiantes de tercer semestre. El grupo fue seleccionado debido a su nivel académico intermedio, lo que permitió observar el impacto de las técnicas de gamificación en estudiantes que ya contaban con ciertos conocimientos previos, pero que aún no habían alcanzado un dominio completo de los contenidos en el área de matemáticas.

En cada uno de los temas de la materia se incluía una actividad de gamificación relacionada con los temas revisados en clase, permitiendo a los estudiantes practicar los conceptos teóricos mediante la resolución de problemas aplicados a un contexto de la vida real.

CASO 2: Implementación de la gamificación en estudiantado de ingeniería industrial para mejorar el desempeño académico en la materia de formulación y evaluación de proyectos.

El objetivo de esta actividad fue implementar acciones de gamificación en la materia de formulación y evaluación de proyectos, la cual es una materia que integra, evalúa y propone alternativas de los procesos logísticos para incrementar la productividad, diseñar y fundamentar un proyecto que involucre sistemas de suministro, elaborar y evaluar planes de producción, realizar estudios de localización, diseño y distribución de la planta, diseñar y mejorar los sistemas de producción de bienes y servicios para la toma de decisiones y gestión de sistemas productivos y sostenibles.

Con la finalidad de propiciar un aprendizaje activo y promover una experiencia educativa más dinámica se desarrollaron actividades de gamificación al término de cada unidad temática.
La implementación de las actividades de gamificación, se realizaron con la participación de 55 estudiantes, de octavo semestre de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Chihuahua, de los cuales 21 estudiantes del género masculino y 34 estudiantes del género femenino, cabe mencionar que estaban distribuidos en dos grupos.

La actividad por cada tema fue crear una idea clara del proyecto, mediante la dinámica de creación de una escultura, los participantes realizaron actividades como incentivar la creatividad, crear escenarios y pensar fuera de la caja, es parte fundamental analizar el entorno, las necesidades y proponer ideas que satisfagan dichas necesidades, después del diseño de la escultura, sigue la venta al grupo, con un análisis de precios, diferenciación del producto y estrategias que los estudiantes desarrollan casi de manera natural al estar propicio para su aprendizaje activo.

CASO 3: Implementación de la estrategia de ScapeRoom para desarrollar la competencia de los fundamentos de investigación.

El objetivo de esta actividad fue implementar acciones de gamificación en la asignatura de fundamentos de investigación con la finalidad de evaluar los efectos en el aprendizaje analizando su desempeño académico, participación y satisfacción con la metodología implementada.

Durante las actividades se realizaron algunas acciones de gamificación en clases correspondientes a ese tema en un grupo de 46 estudiantes de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Chihuahua.

Con frecuencia, algunos estudiantes, desde su percepción refieren desinterés en este tipo de asignaturas por considerarlas demasiado cargadas de información para su estudio y el desconocimiento de su aplicabilidad a sus actividades académicas, una vez que se integran acciones diferenciadas en las secuencias didácticas alineadas al aprendizaje activo y gamificación el resultado de su desarrollo de competencias se manifiesta a favor del aprendizaje.

La metodología utilizada fue a través de:
1. Responder las actividades señaladas en cada estación del ScapeRoom.
2. Solución de desafío, retos, enigmas, crucigramas, entre otros.
3. Se implementó una secuencia didáctica en la cual como actividades de aprendizaje para el Tema 1: Conceptos básicos de fundamentos de investigación como proceso de construcción social, el cual tiene como competencia específica: Identifica conceptos básicos de fundamentos de investigación como proceso de construcción social.

Mediante el ScapeRoom se pretende que el estudiantado participante realice actividades lúdicas y cognitivas mediante las cuales descubren enigmas, pistas, resuelven acertijos y exámenes o realizan diversas actividades para lograr una meta determinada que generalmente es escapar de una habitación en un tiempo límite y a la cual le puedes colocar cualquier complicación que haga menos fácil salir de ella. Todo esto con fines educativos en cualquier ámbito.
Previamente a la implementación del ScapeRoom, se realizaron actividades de consolidación del aprendizaje en formato control de lecturas, explicaciones de los contenidos y presentaciones diversas por parte del estudiantado. En cada estación se diseña una intención didáctica que guie el proceso de aprendizaje.

Como actividad del ScapeRoom el estudiantado debe realizar una serie de retos, resolver acertijos y enigmas matemáticos y con preguntas relacionadas al tema de la asignatura en la cual se implementa. En cada estación deben obtener una pieza que conforma la llave que abre el cuarto del cual deben escapar.

RESULTADOS

Caso 1

El presente estudio se centró en evaluar el impacto de la gamificación en el desempeño académico y el interés por la materia de álgebra lineal en estudiantes de la carrera de ingeniería en gestión empresarial, comparando los resultados obtenidos durante el semestre de agosto a diciembre de 2024 con los del semestre anterior, en el que no se implementaron técnicas de gamificación.

Al finalizar el semestre en estudio, los resultados académicos mostraron una mejora significativa en el desempeño de los estudiantes, la calificación final aumentó un 16% en comparación con el semestre anterior, en el cual se utilizaron los métodos tradicionales de enseñanza. En particular, el estudiantado, que participó en las actividades en Moodle demostró una mayor comprensión de los conceptos clave de álgebra lineal, como la resolución de sistemas de ecuaciones lineales y la interpretación de matrices. En contraste, en el semestre anterior, el estudiantado mostró dificultades persistentes en estos temas, lo que se reflejó en un bajo porcentaje de aprobación en los exámenes. 72% frente al 88% en el semestre actual.

Por otra parte, en el semestre anterior, la falta de motivación se reflejó en la baja tasa de participación en las actividades propuestas, solo el 63% del estudiantado completó las tareas fuera de las horas de clase. Este comportamiento contrastó con el semestre agosto diciembre 2024, en el que el 82% del estudiantado completó las actividades de manera autónoma, demostrando un mayor compromiso con el contenido. De igual manera la asistencia a la clase mejoró de un 74% a un 89%.

Las actividades de gamificación favorecen la consolidación del aprendizaje al proporcionar al estudiantado una forma práctica de aplicar lo aprendido, a la vez que se interesan más por asistir a la clase y cumplir oportunamente con las actividades solicitadas a lo largo del semestre. Los resultados contrastaron con el semestre anterior, en el que las clases eran más teóricas y las evaluaciones se basaban principalmente en exámenes escritos, lo que generaba una experiencia de aprendizaje más pasiva y menos motivadora para el estudiantado.

Caso 2

Se evaluó la estrategia didáctica de la gamificación respecto al semestre anterior, la participación del grupo aumentó un 40 %, así como el porcentaje de asistencia, la integración del equipo de trabajo, la comunicación efectiva, la colaboración y la motivación del estudiantado, que participaron en las dinámicas implementadas en los dos grupos durante el semestre agosto – diciembre 2024. En cada una de las actividades, al retroalimentar y ellos mismo darse cuenta de que en ocasiones quedaban expuestas las competencias o la ausencia de ellas, y que ellos mismo podían identificarlas al momento de la implementación de las dinámicas, el 82% del estudiantado expresaron sentirse cómodos con las estrategias de

gamificaciones empleadas para el desarrollo de las competencias, el 10% expresó no sentirse cómodo en esta clase de dinámicas y el 8% prefirió no opinar.

Caso 3

Para evaluar la efectividad de la estrategia didáctica gamificada se aplicó una evaluación de entrada y una de salida además de la evaluación de calidad. En la evaluación de entrada el 70% del grupo comentó que le resultaban interesantes las actividades lúdicas para el aprendizaje pero nunca había participado en un ScapeRoom, el 12% del grupo señaló haber participado, en la cual el 90% del estudiantado comentaron la utilidad de la estrategia para el alcance de su aprendizaje, el 10% restante comentó que no le gustaba la interacción social en el grupo con estas actividades, no le entendieron a las indicaciones o faltaron a clase el día de la implementación.

El objetivo del proyecto de implementar acciones de gamificación en la asignatura de fundamentos de investigación fue evaluar los efectos en el aprendizaje analizando su desempeño académico, participación y satisfacción con la metodología implementada.

Los hallazgos principales fueron:

1. Mejora en el aprendizaje: El 90% reflejó una mejora en su aprendizaje.
2. Participación en la clase: El 80% expresó sentirse más cómodo en la materia.
3. Percepción positiva: El 92% manifestó que las acciones de gamificación hicieron más activo el aprendizaje.

CONCLUSIONES

Los resultados de los tres casos de estudio demuestran que la gamificación es una herramienta didáctica y efectiva que mejora significativamente el aprendizaje, la motivación y la participación del estudiantado. Se observó un aumento considerable en el desempeño académico, como lo refleja el incremento en las calificaciones finales y las tasas de aprobación en el Caso 1, junto con una mayor asistencia y compromiso con las actividades. El Caso 2 resaltó la importancia de la gamificación para fomentar la colaboración, la comunicación y el desarrollo de competencias, con un alto porcentaje de estudiantes sintiéndose cómodos con esta metodología. Por otra parte, el Caso 3 mostró una percepción positiva generalizada hacia la gamificación, la mayoría del estudiantado reportó mejoras en su aprendizaje y una experiencia más activa en el aula.

BIBLIOGRAFÍA

Arango, E. (19–22 de septiembre de 2023). *Mindfulness en educación en ingeniería: una revisión de la literatura y una propuesta para su integración curricular*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI, Cartagena de Indias, Colombia. https://doi.org/10.26507/paper.3398

Beltrán, M. (2024). La evaluación formativa como estímulo de motivación para mejorar el aprendizaje. *Formación Estratégica*, 7(1), 177–195. https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/135

Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7), 674–681. https://engr.ncsu.edu/wp-content/uploads/drive/1QP6kBI1iQmpQbTXL-08HSl0PwJ5BYnZW/1988-LS-plus-note.pdf

García-Casaus, F., Cara-Muñoz, J. F., Martínez-Sánchez, J. A., & Cara-Muñoz, M. M. (2021). La gamificación en el aula como herramienta motivadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Logía, educación física y deporte*, 1(2), 43–52. https://logiaefd.com/wp-content/uploads/2021/02/5.pdf

Góngora, L., & Góngora, Y. (2023). Actividades didácticas interactivas, una motivación para el aprendizaje en la asignatura matemática. *Journal TechInnovation*, 2(1), 13–18. https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v2.n1.2023.13-18

González Castro, J. C. A., Corrales Félix, G. L., & Morquecho Sánchez, R. (2023). La motivación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 3922–3938. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4708

Manzano-León, A., Ortiz-Colón, A. M., Rodríguez-Moreno, J., & Aguilar-Parra, J. M. (2022). La relación entre las estrategias lúdicas en el aprendizaje y la motivación: un estudio de revisión. *Revista Espacios*, 43(4), 29–45. https://doi.org/10.48082/espacios-a22v43n04p03

Pintrich, P. R., & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (2.ª ed.). Merrill/Prentice Hall.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x

Santander Salmon, E. S., & Schreiber Parra, M. J. (2022). Importancia de la motivación en el proceso de aprendizaje. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 4095–4106. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3378

Sellan, M. (2017). Importancia de la motivación en el aprendizaje. *Sinergias Educativas*, 2(1), 13–19. https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/20

Engel, A., & Coll, C. (2022). Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje para promover la personalización del aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(1), 225–242. https://doi.org/10.5944/ried.25.1.31489

García-Bullé, S. (2021, 11 de marzo). ¿Qué es el aprendizaje activo? *Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación (Tec de Monterrey)*. https://observatorio.tec.mx/aprendizaje-activo/

Contreras-Espinosa, R. S., & Eguia-Gómez, J. L. (Eds.). (2017). *Experiencias de gamificación en aulas*. Bellaterra: Institut de la Comunicació, Universitat Autònoma de Barcelona (InCom-UAB Publicacions).

Edinumen. (2014, 12 de diciembre). *Didáctica de la gamificación en la clase de español*. Blog Edinumen. https://blog.edinumen.es/index.php/2014/12/12/didactica-de-la-gamificacion-en-la-clase-de-espanol/

Lozoya, N. R. (2024). Aprendizaje activo en la educación superior como enfoque pedagógico. *European Scientific Journal*, 20(13), 17–31. https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/17894

Gómez-Paladines, L. J., & Ávila-Mediavilla, C. M. (2021). Gamificación como estrategia de motivación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 6(3), 329–349. https://doi.org/10.35381/r.k.v6i3.1316

Tanevitch, A., Abal, A., González, A., Sablich, K., Guzmán, M. P., Roa, M. J., … Zanelli, C. (2023). La gamificación en la educación superior: una revisión de la literatura. *Revista de la Facultad de Odontología*, 79–82. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/141276

UNESCO-IIEP. (2023). *Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación*. Learning Portal. https://www.researchgate.net/publication/377967350_Innovacion_educativa_y_gestion_curricular

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN UNA PLANTA DE GAS

IMPLEMENTATION OF A SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IN A GAS PLANT

C. Chang Velázquez[1]
M. de los A. López Arroyo[2]
C. A. Contreras Aguilar[3]
C. O. Carballo Juárez[4]

RESUMEN

El presente estudio muestra el procedimiento para dar cumplimiento a normativas en materia de seguridad industrial, uno de los aspectos fundamentales en la formación de ingenieros mediante un análisis realizado en una Planta de Distribución de gas L.P. ubicada en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, México. El objetivo fue realizar un diagnóstico y analizar el cumplimiento de las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG), específicamente en materia de Responsabilidad Civil (RC) y Responsabilidad por Daño Ambiental (RA) mediante el Software SCRI-FUEGO 2.2., así como la actualización y evaluación de la documentación relacionada con el Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA). El estudio fue de alcance descriptivo-explicativo, de diseño no experimental. El trabajo realizado permitió a la empresa contar con las herramientas necesarias para asegurar el cumplimiento normativo, minimizar riesgos operativos y proteger tanto a la población como al medio ambiente. Así mismo, se identificó la importancia para las empresas contar con ingenieros competentes en materia de seguridad industrial, lo cual, marca la pauta para el diseño de contenido curricular en las instituciones.

ABSTRACT

This study demonstrates the procedure for complying with industrial safety regulations, one of the fundamental aspects of engineering training, through an analysis conducted at an LP gas distribution plant located in Tapachula, Chiapas, Mexico. The objective was to diagnose and analyze compliance with General Administrative Provisions (GAP), specifically regarding Civil Liability (CLI) and Environmental Damage Liability (ED), using SCRI-FUEGO 2.2 software. The study also included updating and evaluating documentation related to the Industrial Safety, Operational Safety, and Environmental Protection Management System (SASISOPA). The study was descriptive and explanatory in scope and had a non-experimental design. The work provided the company with the necessary tools to ensure regulatory compliance, minimize operational risks, and protect both the public and the environment. Likewise, the importance for companies to have competent engineers in industrial safety was identified, which sets the tone for the design of curricular content in institutions.

ANTECEDENTES

Uno de los factores más importantes en la competitividad de las empresas es la seguridad industrial, ya que esta garantiza un producto o servicio que contemple el mínimo riesgo tanto del trabajador como del producto o servicio mismos (Valdez, 2010). En ese sentido, es evidente la necesidad de que los estudiantes de ingeniería cuenten con las herramientas necesarias para realizar la implementación de sistemas de gestión de calidad, ambiental,

[1] Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. cchangv9@gmail.com
[2] Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. mariadelosangeles.lopezarroyo21@gmail.com
[3] Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. coac22@gmail.com
[4] Ingeniero Industrial. Tecnológico Nacional de México/IT de Tapachula, México. industrial@tapachula.tecnm.mx

seguridad, entre otros. En el área de ingeniería industrial del Tecnológico Nacional de México, Campus Tapachula durante la formación profesional de ingenieros se dota a los estudiantes de las herramientas que comprende la ingeniería de calidad, ya que esta les permitirá diseñar, mejorar y optimizar procesos productivos (Cruz, López y Ruiz, 2017).

En México, la legislación establece de carácter obligatorio que todas las empresas dedicadas a la distribución de gas licuado de petróleo deben contar con un Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) (Moguel y Pérez, 2023). El sistema es regulado por la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) cuyo objetivo es proteger a las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos mediante la regulación y supervisión de la Seguridad Industrial y Seguridad Operativa; las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y el control integral de los residuos y emisiones contaminantes (Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos [ASEA], 2022).

Estos sistemas se conceptualizan según el Diario Oficial de la Federación (DOF) (2017, p.1) como:

"un conjunto integral de elementos interrelacionados y documentados cuyos propósitos son la prevención, el control de los procesos y la mejora del Desempeño de una Instalación o conjunto de ellas en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de Protección al Medio Ambiente en el Sector y, en la práctica, los Sistemas son evolutivos y dinámicos, pues requieren responder con rapidez y eficacia a las variables e imponderables que puedan presentarse durante todo el ciclo de vida de las instalaciones y las actividades del Regulado".

Por lo anterior, el presente estudio, realizado en una planta de distribución de Gas L.P. ubicada en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, México; muestra el procedimiento seguido para la aplicación y cumplimiento de la normativa referente al SASISOPA, el objetivo fue realizar una revisión y actualización de sus formatos que incluyó los relacionados a la prevención de incidentes, la gestión de emergencias y en la protección del medio ambiente.

Así mismo, se evaluaron que las condiciones de la empresa en referencia a la contratación de seguros cuya obligatoriedad se establece en la DACG (Disposiciones Administrativas de Carácter General) cumplan con los montos asegurados en materia de RC y RA, para ello se utilizó el Software SCRI-FUEGO 2.2.

El SASISOPA se conforma por 18 elementos interrelacionados que funcionan a través del ciclo de mejora continua, para ser ejecutados durante la vida del proyecto, los cuales se presentan en la Figura1 y Figura 2 (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente [ASEA], 2018).

Figura 1. *Elementos 1 a 10 que conforman SASISOPA.*

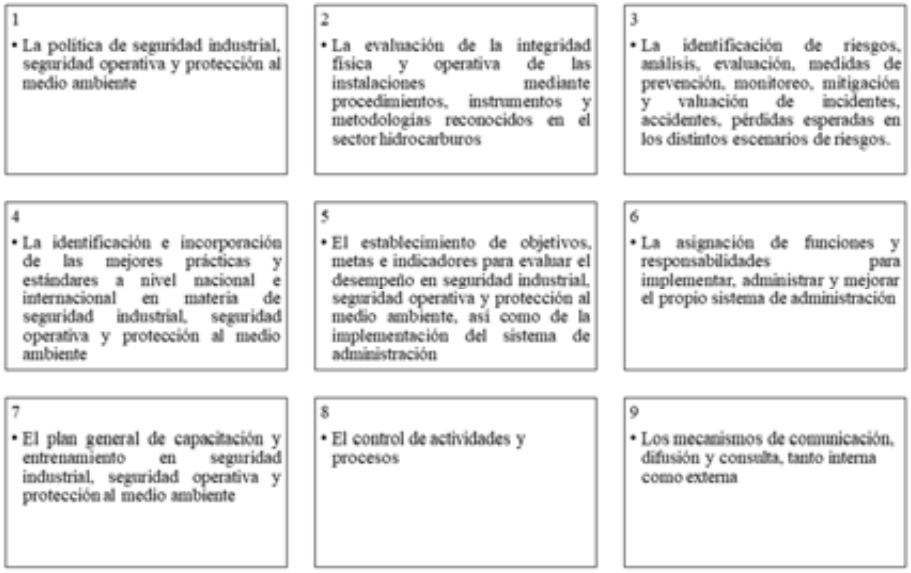
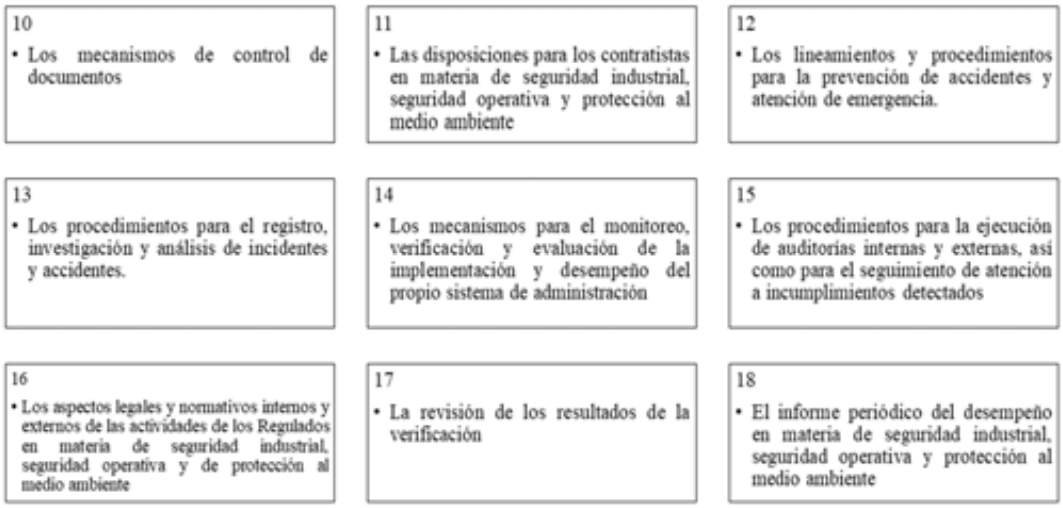


Figura 2. *Elementos 10 a 18 que conforman SASISOPA.*



En las empresas contar con un SASISOPA contribuye en la reducción de los riesgos para trabajadores, quejas, pago de primas de seguros y mala imagen; protección de trabajadores mediante el aseguramiento de las condiciones físicas; aumento en su competitividad y su permanencia en el mercado (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente [ASEA], 2018).

METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación: El estudio fue de tipo inductivo, se utilizó un cuestionario como método de recolección de información, se analizó el caso particular de la empresa y sobre este se formuló el diagnóstico y se elaboraron las propuestas de mejora (Hernández, et al., 2014) (Dávila, 2006).

Alcance de la investigación: El estudio fue de alcance descriptivo-explicativo por qué el interés se centró en analizar en qué condiciones se encuentra la empresa respecto a la implementación del SASISOPA; así como a identificar si la empresa cumple con los requisitos que estipulan las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG) en materia de RC y RA y con ello realizar propuestas de mejora (Hernández, et al., 2014) (Rodríguez, 2020).

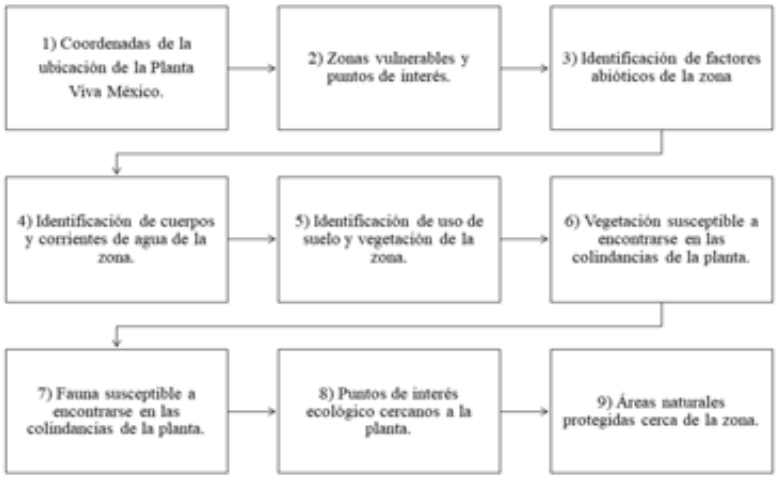
Diseño de la investigación: El estudio fue de diseño no experimental ya que no se manipularon variables, por el contrario se analizaron en su contexto natural y se analizarón; en este caso se evaluó el grado de implementación del SASISOPA y de la situación actual de la empresa para cumplir con las polizas de seguro estipulados como requisito obligatorio en las DACG (Hernández,et al., 2014).

Unidad de análisis: La unidad de análisis fue una empresa Chiapaneca dedicada a la venta y distribución de Gas L.P. en las modalidades de portátil, estacionario y carburación en toda la región del soconusco con 58 años de experiencia en la industria del Gas LP y presencia en gran parte del Estado de Chiapas, actualmente es la empresa líder en la región gracias a su permanente compromiso con el mercado chiapaneco y su atención eficiente a la indispensable agro-industria chiapaneca.

Para identificar el cumplimiento de las pólizas de seguros se llevó a cabo un diagnóstico detallado que incluyó la evaluación de escenarios catastróficos, la estimación del valor económico en materia de Responsabilidad Civil (RC) y Responsabilidad por Daño Ambiental (RA), se identificaron áreas vulnerables, factores ambientales y datos sociodemográficos relevantes alrededor de la planta; los cuales se introdujeron al Software SCRI-FUEGO 2.2.

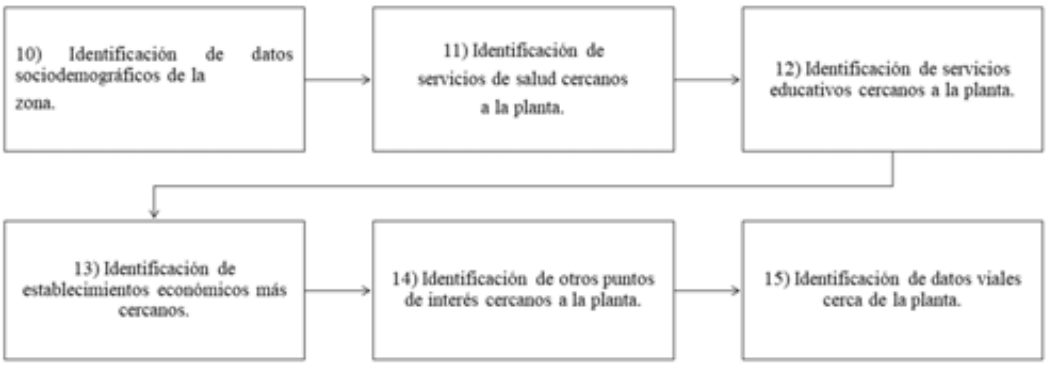
A continuación, se presentan los diagramas donde se observan los pasos de las actividades realizadas para la elaboración del diagnóstico de la DACG referente a la contratación de seguros que se efectúo a través de veinte pasos, los cuales se muestran en las figuras 2, 3 y 4. En la Figura 3, se muestra el procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad por daño ambiental, el cual inicia con la determinación de las coordenadas de la ubicación de la planta y concluye con la identificación de las áreas naturales protegidas cercanas a la zona.

Figura 3. *Procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad por daño ambiental.*



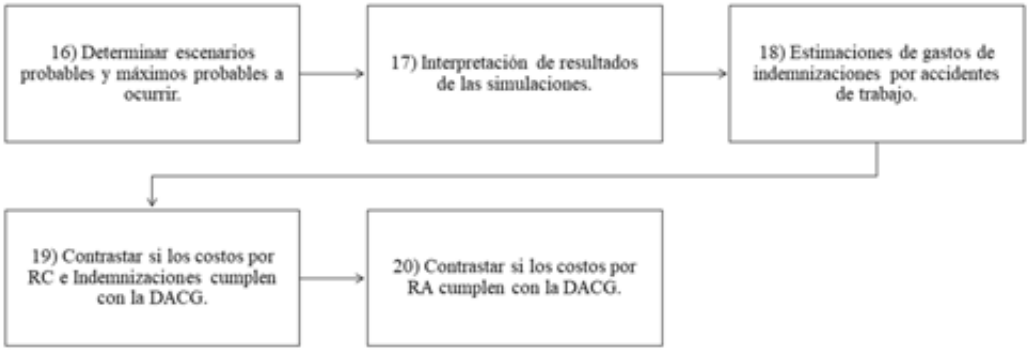
En la Figura 4 podemos observar el procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad civil, el cual inicia con la identificación de datos sociodemográficos de la zona y termina con la identificación de datos viales cerca de la planta.

Figura 4. *Procedimiento para la obtención del indicador de responsabilidad civil.*



En la figura 5 vemos el procedimiento para el cálculo de costos totales, el cual tiene como inicio determinar escenarios y máximos probables a ocurrir, y finaliza con Contrastar si los costos por RA cumplen con la DACG.

Figura 5. *Procedimiento para el cálculo de costos totales.*



Finalmente, se revisaron los 18 elementos del SASISOPA para garantizar su alineación con las normativas aplicables, incluyendo aspectos de seguridad, gestión de riesgos y control operativo.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos del diagnóstico realizado para verificar el cumplimiento de la normativa en materia de seguros, los resultados de las simulaciones realizadas en Software SCRI-FUEGO 2.2. para obtener el cálculo de costos totales para determinar si se cumple con las DACG, se presentan a continuación.

El software realiza la simulación acorde a los escenarios máximos probables siguientes:

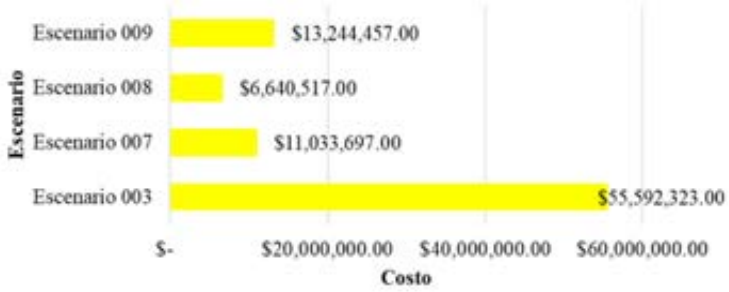
1. **Escenario 003.** BLEVE de uno de los recipientes de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de su integridad mecánica.
2. **Escenario 007.** Fuga de GLP del contenido total de un recipiente trasportable de 30 kg.
3. **Escenario 008.** Fuga de GLP a través del sello mecánico de la bomba de trasiego en el auto - tanque
4. **Escenario 009.** Fuga de GLP debido al desfogue de la válvula de relevo de presión de un auto – tanque.

Con relación a los costos de responsabilidad ambiental el software arrojó los resultados que se muestran resumidos en la Figura 6, en ella se observa que el costo mínimo que se cubriría es de $1,164,425.00 que corresponde al escenario 008 y el máximo que se cubriría es de $9,752,807.00 que corresponde al escenario 003.

Figura 6. *Costos por daños de responsabilidad ambiental.*

Con relación a los costos de responsabilidad civil el software arrojó los resultados que se muestran resumidos en la Figura 7, en ella se observa que el costo mínimo que se cubriría es de $6,640,517.00 que corresponde al escenario 008 y el máximo que se cubriría es de $55,592,323.00 que corresponde al escenario 003.

Figura 7. *Costos por daños de responsabilidad civil.*



Asimismo, el software realiza el cálculo de los costos totales por concepto de gastos funerarios, atención sanitaria por quemaduras, indemnizaciones por accidentes de riesgo de trabajo e indemnizaciones por escenarios, los cuales se presentan en la Tabla 1 y cuyo costo total es de $ 56,856,148.00.

Tabla 1. *Costos totales de indemnizaciones.*

Escenario	Costo total de gastos funerarios	Costo total para atención sanitaria por quemaduras	Costo total de indemnizaciones por accidentes de riesgo de trabajo	Costo total de indemnizaciones por escenarios
003	$900,000.00	$1,988,089.00	$21,446,800.00	$ 24,334,889.00
007	$375,000.00	$700,491.00	$9,029,515.00	$10,105,006.00
008	$300,000.00	$653,020.00	$7,228,779.00	$8,181,799.00
009	$525,000.00	$1,110,271.00	$12,599,183.00	$14,234,454.00
Costo total de indemnizaciones				$ 56,856,148.00

Con los datos obtenidos en el software se realizó la contrastación con los seguros que cuenta la empresa en conjunto de RC y RA y se determinó que el valor de aseguramiento es mucho más grande que el límite mínimo de aseguramiento que se calculó, por esto los indicadores de RC y RA si cumpliría con la DACG.

En relación a la formatería del SASISOPA, la verificación que se determinó que la política cumple con los lineamientos de la DACG; la empresa ya cuenta con un documento de identificación de peligros y aspectos ambientales, análisis de riesgo y evaluación de impactos ambientales, pero debido a que la agencia solicita la información en el primer trimestre de cada año, se actualizaron los listados de peligros y aspectos ambientales, así como el listado de los riesgos y los aspectos ambientales significativos a controlar. De igual forma se revisaron y actualizaron las listas de los requisitos legales vigentes y otros requisitos aplicables a los procesos y a las actividades de la empresa, como lo son las NOM, Leyes, Reglamentos, Disposiciones Administrativas de Carácter General, entre otras, ya que se deben revisar si aún están vigentes.

En relación con los objetivos, metas e indicadores la empresa cuenta con estos documentos, pero se hizo la revisión de cada uno para corroborar que cumplieran con los parámetros, se verificó la designación documental del representante técnico del regulado ante la agencia, con relación a la competencia del personal, capacitación y entrenamiento se evaluaron los puntos relacionados con los temas de capacitación y se verifico contar con el formato correcto y los temas se actualizaron. Con relación al punto comunicación, participación y consulta se realizó la actualización del formato de registro de atención, respuesta y seguimiento de solicitudes, necesidades de información, quejas y sugerencias relacionadas al Sistema de Administración.

En referencia al control de documentos y registros se realizó una evaluación del formato actual. En el punto Mejores prácticas y estándares se realizó una revisión y actualización de los puntos dentro del listado de mejores prácticas y estándares actual de la empresa. En el punto de Control de actividades y procesos se realizó la evaluación del formato de descripción de los criterios y controles de operación. En el aspecto de Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad se revisó y se reestructuro el programa de mantenimiento, calibración, certificación, verificación, inspecciones y pruebas de equipos críticos. En el rubro de seguridad de contratistas se evaluó como primera parte la carta responsiva de las actividades de los contratistas, la cual si contiene lo necesario para cumplir con lo establecido.

En el requisito de preparación y respuesta a emergencias se realizaron los planes de atención y respuesta a emergencias, y programa de simulacros. En el requisito de monitoreo, verificación y evaluación se realizó un programa para poder medir el desempeño. En el punto de auditorías se evaluaron los formatos, con base a los puntos que se evalúan, los cuales contempla cada apartado del SASISOPA. En el aspecto de investigación de incidentes y accidentes el formato actual que se tiene es el que estableció la agencia por lo que no se realizó ningún cambio. En el apartado de revisión de resultados se evaluó el formato de revisión de resultados y se observó que cuenta con todo lo solicitado. Y finalmente en el

punto Informes de desempeño se rediseño el formato de evaluación de desempeño actual de la empresa para poder distinguir los resultados de una mejor manera.
Los resultados obtenidos demuestran las competencias adquiridas por los ingenieros y su capacidad para el diseño e implementación de sistemas de seguridad, aspecto fundamental para la competitividad empresarial, con lo cual se refuerza la necesidad de incluir temas de normativa laboral en la formación de ingenieros.

CONCLUSIONES

Con base a los cálculos realizados los valores mínimos a contratar serían por Responsabilidad Civil y Responsabilidad por daño Ambiental se concluye que la empresa cumple con los lineamientos marcados por las DACG en relación a la contratación de seguros, haciendo énfasis en que la contratación de una póliza de seguro que incluya estos conceptos no limita la responsabilidad de la empresa en estudio, quien deberá pagar todos aquellos daños o perjuicios causados por la actividad de distribución de Gas L.P. por medio de planta de distribución y a través de los vehículos de reparto y auto-tanques.

La DACG SASISOPA constituye una herramienta esencial para garantizar la seguridad industrial, la seguridad operativa y la protección del medio ambiente en las actividades relacionadas con la distribución y manejo de sustancias peligrosas, como es el caso del Gas L.P, en el presente estudio se concluye que la empresa cuenta con los requisitos del sistema, sin embargo, se requirió de una actualización de diversos formatos.

Este trabajo permitió a la empresa contar con las herramientas necesarias para asegurar el cumplimiento normativo, minimizar riesgos operativos y proteger tanto a la población como al medio ambiente. Asimismo, se identificaron áreas de oportunidad para implementar durante la formación profesional como lo son inducir a los estudiantes para la obtención de certificaciones CONOCER para reforzar sus capacidades y sustentar aún más su experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente. (s. f.). *SASISOPA para actividades de expendio y distribución al público*. https://www.gob.mx/asea/acciones-y-programas/sasisopa-para-actividades-de-expendio-y-distribucion-al-publico

Cruz Medina, F. L., López Álvarez, A. del P., & Ruiz Colorado, C. (2017). Sistema de gestión ISO 9001:2015: Técnicas y herramientas de ingeniería de calidad para su implementación. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, *17*(1), 59–69. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria_sogamoso/article/view/5306

Diario Oficial de la Federación. (2017, 16 de junio). *Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) aplicables a las actividades del sector hidrocarburos*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5487227&fecha=16/06/2017

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education. (Ficha bibliográfica y ejemplares de la 6.ª ed.)

Cámara de Diputados. (2022). *Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos* (última reforma publicada en el DOF el 11 de mayo de 2022). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI.pdf

Moguel, A., & Pérez, P. (2023). Implementación de un SASISOPA en una empresa distribuidora de gas licuado de petróleo. *Reaxion. Revista de Divulgación Científica*, *10*(3). http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Implementacion_de_un_SASISOPA_en_una_empresa_distribuidora_de_gas_licuado_de_petroleo.html

Rodríguez Sánchez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik Soluciones Educativas. (ISBN 978-607-868-2225).

Valdez Zegarra, R. A. (2010). La seguridad industrial como factor intrínseco de la competitividad. *Perspectivas*, (25), 153–168. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425942454008

REVOLUCIONANDO EL ÁLGEBRA LINEAL: UNA APLICACIÓN MÓVIL INNOVADORA PARA COMPRENDER LAS TRANSFORMACIONES LINEALES

REVOLUTIONIZING LINEAR ALGEBRA: AN INNOVATIVE MOBILE APP FOR UNDERSTANDING LINEAR TRANSFORMATIONS

J. A. Felix Felix[1]
L. Nevárez Chávez[2]
A. Hernández Quintana[3]
A. Camacho Ríos[4]

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es desarrollar una aplicación móvil innovadora y educativa que facilite la comprensión y práctica de las transformaciones lineales, un tema fundamental en el álgebra lineal. Esta herramienta busca ofrecer a los estudiantes una forma interactiva de aprender. Se propone una metodología de software iterativa, donde se integran características personalizadas de acuerdo con las necesidades del usuario. La interfaz será intuitiva, asegurando un fácil uso tanto para estudiantes como para educadores, logrando la práctica autónoma y a su propio ritmo. Entre las limitaciones se encuentra la exclusión de usuarios de sistemas operativos iOS, ya que será desarrollada para dispositivos Android. Sin embargo, la aplicación está diseñada para ser gratuita y sin publicidad, lo que aumenta su accesibilidad. La originalidad de esta propuesta radica en el enfoque específico en transformaciones lineales, un área que ha sido poco explorada en aplicaciones móviles existentes. El análisis de aplicaciones existentes reveló una falta de herramientas para abordar las transformaciones lineales. La propuesta de esta aplicación representa un avance significativo en la educación matemática.

ABSTRACT

The main objective of this study is to develop an innovative and educational mobile application that facilitates the understanding and practice of linear transformations, a fundamental topic in linear algebra. This tool aims to provide students with an interactive way to learn. An iterative software methodology is proposed, integrating personalized features according to user needs. The interface will be intuitive, ensuring ease of use for both students and educators, enabling autonomous practice at their own pace. One of the limitations is the exclusion of iOS users, as it will be developed for Android devices. However, the application is designed to be free and ad-free, increasing its accessibility. The originality of this proposal lies in its specific focus on linear transformations, an area that has been largely unexplored in existing mobile applications. The analysis of available applications revealed a lack of tools for addressing linear transformations. This application's proposal represents a significant advancement in mathematics education.

ANTECEDENTES

Si bien existe una gran variedad de herramientas digitales dedicadas a la resolución de problemas en el ámbito del álgebra lineal, se observa una carencia de aplicaciones especializadas en el estudio y solución de transformaciones lineales. A pesar de la abundancia de recursos tecnológicos orientados a la enseñanza del álgebra lineal, la investigación realizada destaca la necesidad de una aplicación específica que facilite la comprensión y el desarrollo de estos conceptos en el aula.

[1] Profesor. Universidad Tecnológica de Parral. jafelix@utparral.edu.mx
[2] Profesor del TecNM campus Chihuahua II. leonardo.nc@chihuahua2.tecnm.mx
[3] Profesor del TecNM campus Chihuahua II. andres.hq@chihuahua2.tecnm.mx
[4] Profesor del TecNM campus Chihuahua II. alberto.cr@chihuahua2.tecnm.mx

En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo el diseño y desarrollo de una aplicación móvil para la resolución de ejercicios de transformaciones lineales. Dicha aplicación se concibe como una herramienta didáctica intuitiva, que permitirá a docentes y estudiantes abordar problemas de este campo sin requerir conexión a internet, optimizando así la enseñanza y el aprendizaje de la materia. La aplicación está basada en el temario de Álgebra Lineal del Tecnológico Nacional de México y será un recurso complementario para reforzar los conceptos esenciales de la asignatura.

No obstante, dada la diversidad de aplicaciones móviles y plataformas web disponibles para el estudio del álgebra lineal, surge la necesidad de justificar la pertinencia de esta propuesta en el contexto educativo actual. Por ello, se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva que incluye el análisis de diversas aplicaciones enfocadas en la resolución de transformaciones lineales. Dicho estudio permitió identificar características, ventajas y limitaciones de las herramientas existentes, con el propósito de desarrollar un recurso que optimice la enseñanza y el aprendizaje de las transformaciones lineales.

Cabe destacar que esta aplicación ha sido diseñada exclusivamente para el sistema operativo Android, por lo que, en su versión inicial, no estará disponible para otras plataformas. No obstante, su desarrollo se fundamenta en la cobertura de los conceptos esenciales del álgebra lineal, alineándose con los temarios académicos vigentes y proporcionando una solución accesible para cualquier persona interesada en mejorar su comprensión de las transformaciones lineales.

METODOLOGÍA

Para lograr una aplicación completa, es necesario emplear una metodología que facilite su desarrollo. Tras un análisis exhaustivo, se determinó que la metodología iterativa es la más adecuada para este proyecto, ya que permite un proceso de mejora continua y adaptación a las necesidades del desarrollo, la selección de la misma se debió a su enfoque incremental que permite desarrollar el proyecto en una serie de iteraciones. Cada iteración consiste en el desarrollo parcial de la aplicación, enfocado en los requerimientos específicos solicitados.

El proyecto se dividió en fases, las cuales podrán ser revisadas y modificadas según las observaciones, hasta alcanzar el propósito esperado. Cada fase tiene sus etapas con el fin de entender el tema y desarrollarlo de manera adecuada.

El desarrollo de este proyecto ha seguido un enfoque basado en la metodología iterativa, la cual permite una construcción progresiva a través de ciclos de prueba y ajuste. A lo largo de cada fase, se han realizado mejoras continuas mediante la retroalimentación y la evaluación constante de los resultados obtenidos.

Fase 1. Determinación de una transformación lineal

La primera fase del proyecto consistió en el desarrollo de la programación necesaria para verificar si un ejercicio dado representa una transformación lineal. Para ello, fue fundamental un estudio profundo del tema, lo que implicó la consulta de expertos en ciencias básicas. Su retroalimentación permitió definir los criterios y requisitos necesarios para una implementación precisa en código.

Con una comprensión sólida del problema, se procedió a la implementación en Python, seleccionado por su amplio conjunto de librerías especializadas en operaciones matemáticas y su capacidad para representar procesos algebraicos de manera eficiente.

Siguiendo el enfoque iterativo, se realizaron pruebas continuas desde las primeras versiones del código. Esto permitió detectar áreas de mejora en una etapa temprana del desarrollo, facilitando ajustes antes de que el avance fuera demasiado significativo. Gracias a esta estrategia, se optimizaron tanto la lógica del algoritmo como su desempeño, asegurando resultados precisos y eficientes.

Para finalizar la fase, la programación en Python se integró con el entorno de desarrollo elegido: Android Studio. Este IDE fue seleccionado por su capacidad para crear aplicaciones móviles intuitivas y funcionales. La integración se realizó en varias iteraciones, asegurando que la aplicación ejecutara correctamente las verificaciones de transformación lineal en un entorno móvil. Como resultado, se obtuvo una fase inicial funcional y con resultados favorables.

Fase 2 y 3. Desarrollo en proceso.

Actualmente, el proyecto se encuentra en las fases dos y tres, las cuales siguen el mismo enfoque iterativo. Aunque aún no se han obtenido resultados definitivos, cada una de estas etapas atraviesa ciclos de prueba, ajuste y optimización similares a los de la fase uno.

El uso de la metodología iterativa ha sido clave en este proceso, permitiendo la adaptación constante a los desafíos encontrados y garantizando que cada avance se base en pruebas previas y mejoras progresivas. De este modo, el proyecto evoluciona con una estructura sólida y fundamentada en la optimización continua.

Innovando en el aprendizaje

El objetivo de integrar aplicaciones móviles en la educación moderna surge a medida que las tecnologías innovan, ya que con ello aparecen nuevos retos para su implementación en distintas disciplinas y ámbitos laborales. Estas herramientas contribuyen a facilitar la realización de diversas actividades establecidas.

Se resalta la importancia de la colaboración entre expertos en docencia, álgebra lineal y programación para desarrollar una aplicación que satisfaga las necesidades de estas disciplinas. Además, se busca fomentar el uso ético de las aplicaciones móviles en el aula, combinando educación tradicional y moderna. Se realizaron estudios que mostraron que, aunque existen muchas aplicaciones para álgebra lineal, pocas abordan específicamente las transformaciones lineales.

La estructura de la Tabla 1 proporciona material que presenta las aplicaciones analizadas, cuyo funcionamiento fue analizado, concluyéndose que carecen del tema de transformaciones lineales.

Tabla 1. *Resumen de estudio de aplicaciones de Álgebra Lineal.*

Aplicación	Costo	Contiene el tema	Icono
Symbolab	Pago mensual aproximadamente $6.99 USD y una tarifa anual de $48.00 USD	X	(Avny, 2011)
Wolfram Alpha	Pago mensual desde $145.00 hasta $245.00 y pago anual desde $100.00 hasta $170.00	X	(Stephen Wolfram, Wolfram Research, 2009)
MatLab	Pago anual desde $99.00 USD hasta $3,800.00 USD	X	(Fernández, 2006)
MathMaster	Pago el primer mes $199.00, a partir del segundo mes $399.00	X	(Limited, 2023)

El estudio previamente mencionado respalda la importancia de implementar nuevos métodos de enseñanza en el aula mediante el uso de diversas herramientas que promuevan una transformación significativa en el aprendizaje. La simulación desarrollada para la resolución de transformaciones lineales representa un avance en la aplicación de la tecnología móvil a las ciencias básicas, al facilitar y optimizar el proceso de enseñanza.

Desarrollo de aplicación

Estudio del tema

Los conocimientos adquiridos en la asignatura de Álgebra Lineal, junto con la asesoría de expertos en el tema pertenecientes al programa de posgrado actualmente cursado, contribuyeron significativamente a alcanzar los objetivos previamente planteados. Asimismo, se consultaron libros como Álgebra Lineal de Stanley I. Grossman, en su séptima edición, el cual proporciona definiciones y ejemplos fundamentales para realizar los cálculos necesarios y determinar si una función es una transformación lineal, además de abordar otros temas relevantes para la aplicación.

"Una transformación lineal se define de la siguiente manera: Sean V y W espacios vectoriales reales. Una transformación lineal T de V en W es una función que asigna a cada vector v € V un vector único Tv € W y que satisface, para cada u y v en V y cada escalar α"

$$T(u+v) = Tu + Tv \ (1)$$

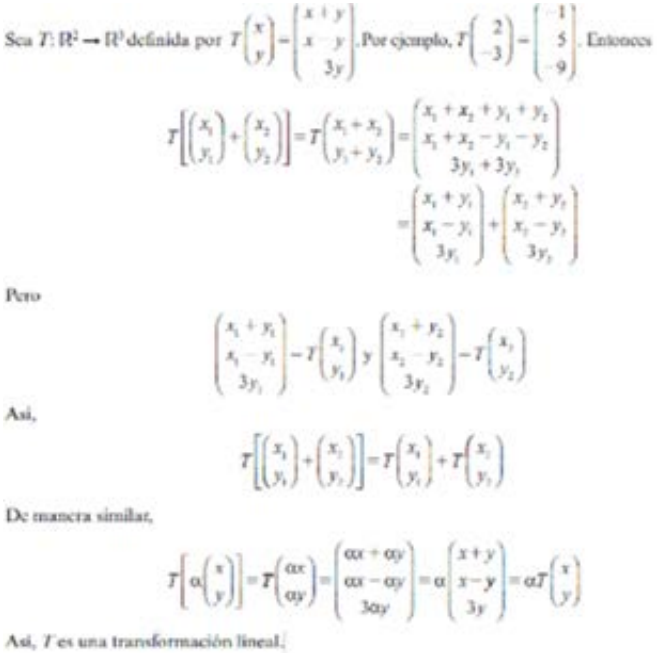
Y

$$T(\propto v) = \propto Tv \ (2)$$

(Grossman & Godoy, 2012)

A continuación, en la Figura 1, se muestra un ejemplo de cómo resolver una transformación para determinar si es o no una transformación lineal:

Figura 1. *Ejemplo de una transformación lineal.*



Fuente: Grossman & Godoy (2012)

Codificación en Python

Tras comprender el tema a través de ejercicios manuales con cuaderno, lápiz y calculadora, se procedió a codificar las soluciones para los diferentes casos que puedan surgir en la determinación de una transformación lineal.

Se seleccionó Spyder como IDE para la codificación en Python, ya que esta herramienta facilita la detección visual de errores sencillos y ofrece un entorno fácil de entender y manejar.

Para los cálculos matemáticos del código, se emplearon diversas librerías especializadas. Tras analizar varias opciones, se decidió utilizar SymPy para la manipulación de expresiones matemáticas simbólicas, ya que “es una biblioteca de Python para matemáticas simbólicas. Su propósito es llegar a ser un sistema de álgebra por computadora (CAS) completo manteniendo el código tan simple como sea posible para poder ser legible y extensible de manera fácil. SymPy está escrito en Python enteramente” (Team, 2023). Además, se empleó NumPy para los cálculos numéricos y matriciales necesarios, ya que “es un proyecto de código abierto que permite realizar cálculos numéricos con Python” (NumPy, 2005). Finalmente, se utilizó la librería re para las operaciones con expresiones regulares.

Como se muestra en la figura 2, el código realiza los cálculos necesarios para determinar si es o no una transformación lineal, y muestra el resultado en la consola, similar al obtenido en el cuaderno.

Figura 2. *Resultado determinación de una transformación.*

```
In [4]: runfile('C:/Users/Lenovo/Documents/INTITUTO TECNOLOGICO DE CHIHUAHUA II/SEMINARIO/
Transformacion2.py', wdir='C:/Users/Lenovo/Documents/INTITUTO TECNOLOGICO DE CHIHUAHUA II/
SEMINARIO')
Ingrese la dimensión en la que está el problema: 2
Ingrese la dimensión en la que va el problema: 2
Ingrese la transformación de X1: x**2
Ingrese la transformación de X2: y**2
Vector trasformado: [x1**2, x2**2]
Vector U: [u1, u2]
Vector V: [v1, v2]
T [u1 + v1, u2 + v2] = [(u1 + v1)**2, (u2 + v2)**2]
T [u1, u2] + T [v1, v2] = [u1**2, u2**2] + [v1**2, v2**2] = [u1**2 + v1**2, u2**2 + v2**2]
False
T [v1*a, v2*a] = [v1**2*a**2, v2**2*a**2]
T a * [v1, v2] = a * [v1**2, v2**2] = [v1**2*a, v2**2*a]
False
No es una transformacion lineal
```

Integración y diseño

El código fue limpiado, probado y corregido por expertos, y luego se integró en Android Studio, que permite desarrollar aplicaciones para Android. Se usó Java para las funciones de botones y pantallas, y XML para diseñar la interfaz. La aplicación fue diseñada como herramienta de apoyo en el aula, con acceso directo y sin necesidad de inicio de sesión.

Como se ha mencionado anteriormente, la aplicación abarca tres temas clave relacionados con las transformaciones lineales:

- Determinación de una transformación lineal.
- Cálculo del núcleo de una transformación lineal.
- Determinación de la imagen de una transformación lineal.

Para optimizar la experiencia del usuario, cada uno de estos temas se presenta en pantallas separadas, lo que permite que los procesos se aborden de manera independiente. No obstante, el diseño de la aplicación se ha mantenido coherente con el objetivo de que se asemeje a los ejercicios tradicionales realizados en un cuaderno, partiendo de la premisa de que los usuarios ya tienen conocimientos previos de álgebra lineal, necesarios para comprender los temas tratados.

Pantallas

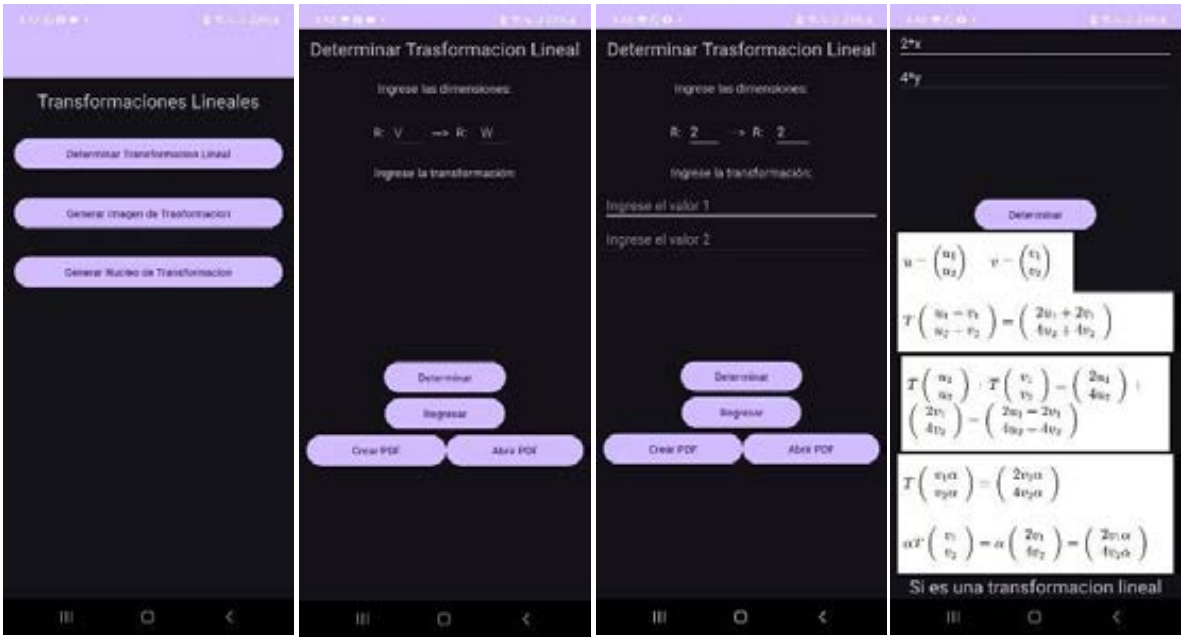
La Figura 3 muestra las pantallas actuales de la aplicación móvil. Estas se dividen en una pantalla de inicio, que presenta el título del tema y tres botones para seleccionar el cálculo a realizar.

Al hacer clic en el botón "Determinar transformación lineal", la aplicación redirige a la pantalla de cálculo, diseñada para simular el entorno de un cuaderno. Esta pantalla contiene los espacios necesarios para ingresar los datos del espacio vectorial de origen y destino. Además, a medida que se llenan estos campos, se generan automáticamente nuevos campos según las dimensiones requeridas del espacio vectorial.

En esta misma pantalla, hay cuatro botones adicionales con las siguientes funciones: determinar la transformación, generar un archivo PDF y descargarlo. El botón "Determinar" calcula la transformación lineal con base en los espacios vectoriales ingresados y el problema planteado. La aplicación muestra el resultado de manera estructurada, simulando un cálculo

en un cuaderno y desglosando el procedimiento en pasos para facilitar su comprensión.

Figura 3. *Pantallas de aplicación.*



Es importante destacar que en la actualidad se está trabajando en la comprensión de los temas restantes con el fin de, en el futuro, desarrollar los pasos correspondientes siguiendo la metodología previamente descrita. Por ello, no es posible detallar, en este momento, las pantallas adicionales de la aplicación.

RESULTADOS

El proyecto ha logrado un avance significativo en cuanto a su funcionalidad, obteniendo resultados favorables en las partes que ya han sido completadas. Estos resultados se basan en pruebas exhaustivas realizadas durante la programación en Python y la integración con el diseño de la aplicación. Como resultado, la herramienta ofrece una experiencia de usuario intuitiva, fácil de utilizar, visualmente atractiva y, sobre todo, precisa, garantizando que no se cometan errores en los ejercicios ingresados.

En cuanto al diseño de la interfaz, durante la integración con Android Studio, se decidió implementar un enfoque gradual, adaptando la funcionalidad según las necesidades del usuario. Las pruebas realizadas permitieron desarrollar una interfaz sencilla y amigable que simula, en la medida de lo posible, una clase tradicional en el aula. A partir de lo mencionado anteriormente, se deriva el concepto de fidelidad matemática.

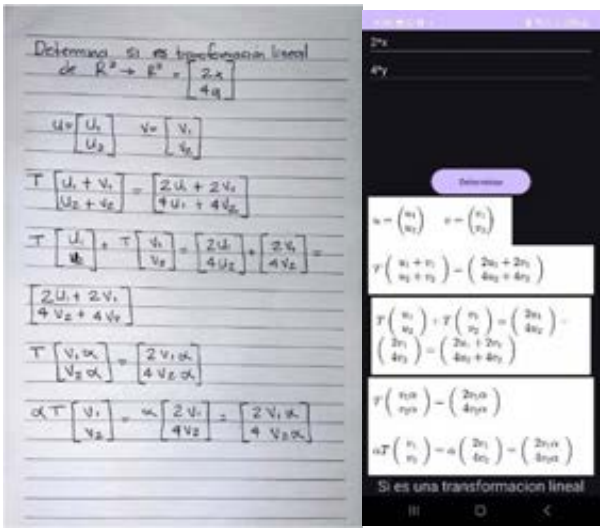
La fidelidad matemática hace referencia a la capacidad de desarrollar software que genere resultados similares al lenguaje matemático y simbólico utilizado por los docentes en el aula. Este lenguaje puede basarse en una amplia variedad de autores que han elaborado volúmenes dedicados a temas de matemáticas.

“En los dominios informáticos y del aula, la fidelidad se debe mirar a través de la distancia

que separa el ámbito escolar del software y que toma dos rutas que se complementan. La primera relacionada con el trabajo que realiza el software sobre el conocimiento escolar, cuya manipulación alude una asociación de contextos instalados en un entorno epistemológico. La segunda va de lado de la interfaz del software y refiere el parentesco simbólico de los elementos que la integran con aquellos que se comunican en el aula". (Camacho Ríos et al., 2019)

En base a lo anterior, se lleva a cabo una comparativa que se muestra en la Figura 4, entre los resultados obtenidos mediante el paso a paso de la aplicación y la forma en que se realizan en el cuaderno.

Figura 4. *Comparación para demostrar la fidelidad matemática.*



La Figura 4 muestra la resolución de un problema para determinar si una función es o no una transformación lineal, representada tanto de manera escrita en un cuaderno como a través de la aplicación. Esto demuestra que se alcanza una fidelidad matemática al respetar la simbología y el lenguaje matemático utilizados en el tema, lo que resulta en un resultado favorable en el desarrollo de la aplicación móvil.

Aunque la primera fase de la aplicación está lista para su uso, aún queda pendiente completar el desarrollo de los dos temas restantes que formarán parte de la aplicación. Debido a esto, todavía no es posible proporcionar detalles completos sobre estas fases, ya que todavía están en desarrollo.

CONCLUSIONES

El desarrollo de herramientas educativas que faciliten la comprensión de conceptos complejos en el ámbito matemático, como las transformaciones lineales, ha sido identificado como una necesidad en la educación actual. De acuerdo con una investigación exhaustiva, se determinó que existe una carencia de herramientas específicas y accesibles que permitan a los estudiantes abordar este tema de manera interactiva. Aunque existen diversas aplicaciones dedicadas al álgebra lineal, hasta el momento no hay ninguna que se centre en las

transformaciones lineales, lo que representa un desafío importante en la enseñanza de esta área.

Uno de los hallazgos clave es la innovación en el uso de aplicaciones móviles como solución efectiva para mejorar el aprendizaje. Al permitir la práctica autónoma mediante ejemplos paso a paso, visualizaciones dinámicas y la creación de ejercicios personalizados, estas herramientas pueden simplificar el proceso de aprendizaje. Además, se destaca la importancia de diseñar una interfaz intuitiva y amigable que simule la experiencia de resolver problemas en un cuaderno, ofreciendo una transición fluida entre los métodos tradicionales de aprendizaje y el uso de tecnología.

Como se mencionó anteriormente, las tecnologías no reemplazan la enseñanza tradicional; por el contrario, llegan para ser una herramienta de apoyo que facilita tanto el aprendizaje del alumno como la preparación y explicación de los temas para el docente. De este modo, contribuyen al aprendizaje integral de los contenidos desarrollados en cada materia.

Además, se subraya la necesidad de una colaboración continua entre educadores y desarrolladores de software, para asegurar que las aplicaciones sigan alineadas con los objetivos pedagógicos y respondan a las necesidades cambiantes de los usuarios. A pesar del progreso logrado, se recomienda continuar trabajando en versiones futuras que amplíen su alcance y funcionalidades, especialmente en la inclusión de más sistemas operativos y en la capacidad de resolver problemas gráficos más complejos.

Estas propuestas presentan una solución innovadora que puede marcar un hito en la educación matemática, mejorando la comprensión de las transformaciones lineales mediante la tecnología móvil y respondiendo a una necesidad crítica en el ámbito académico.

BIBLIOGRAFÍA

Avny, R. B. (2011). *Symbolab*. Obtenido de https://es.symbolab.com/

Camacho Rios, A., Caldera Franco, M. I., & Valenzuela Gonzalez, V. (Abril de 2019). Fidelidad en el uso de app para la resolución de ecuaciones diferenciales. *apertura, 11*(1), 74-89. doi:http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v11n1.1463

Fernández, M. C. (2006). *Manual Basico de MatLab.* Madrid, España: Servicios Informáticos U.C.M .

Grossman, S. I., & Godoy, J. J. (2012). *Álgebra Lineal* (Septima ed.). (P. E. Roig Vázquez, Ed.) México D.F.: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Limited, A. M. (2023). *MathMaster*. Obtenido de MathMaster: https://math-master.org/

NumPy. (10 de 06 de 2005). *NumPy*. Obtenido de NumPy: https://numpy.org/about/

Stephen Wolfram, Wolfram Research. (15 de Mayp de 2009). *WolframAlpha*. Obtenido de WolframAlpha: https://es.wolframalpha.com/

Team, S. D. (10 de 05 de 2023). *Sympy*. Obtenido de Sympy: https://www.sympy.org/es/

INDUSTRIALIZACIÓN DE PROCESOS TEXTILES EN YUCATÁN ORIENTADOS A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ CON SIX SIGMA

INDUSTRIALIZATION OF TEXTILE PROCESSES IN YUCATÁN ORIENTED TO THE AUTOMOTIVE INDUSTRY WITH SIX SIGMA

J. D. Carrera Pérez[1]
V. Cruz Morales[2]

RESUMEN

Este estudio expone un proyecto aplicativo integrador de la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Anáhuac Mayab, desarrollado dentro del Prácticum de Ingeniería Industrial. El proyecto surge en respuesta a la exigencia de disminuir la variabilidad en la calidad de los bordados industriales utilizados en la producción de autopartes textiles, alineando los procedimientos con los estándares de la industria automotriz. Se implementó el método DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), junto con la estructura de Six Sigma para la optimización de procesos y la minimización de defectos. La adopción de esta metodología facilitó la estandarización de procesos, la optimización del control de calidad y la disminución de la incidencia de defectos, lo que reforzó la competitividad del taller en el que se llevó a cabo este proyecto para el sector industrial. Este proyecto ofrece una oportunidad para la implementación de conocimientos teóricos en un entorno tangible, potenciando la capacitación del estudiante en metodologías de mejora continua, análisis de procesos y toma de decisiones fundamentadas en datos. A partir de estos descubrimientos, se corroboró que el futuro estudiante de ingeniería posee la habilidad para tratar problemas complejos en un contexto productivo a través del Aprendizaje Basado en Problemas.

ABSTRACT

This study presents an integrative application project for the Industrial Engineering program at Anáhuac Mayab University, developed within the Industrial Engineering Practicum program. The project arose in response to the need to reduce variability in the quality of industrial embroidery used in the production of textile auto parts, aligning procedures with automotive industry standards. The DMAIC method (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) was implemented, along with the Six Sigma framework for process optimization and defect minimization. The adoption of this methodology facilitated process standardization, optimized quality control, and reduced the incidence of defects, which strengthened the competitiveness of the workshop where this project was carried out for the industrial sector. This project offers an opportunity to implement theoretical knowledge in a tangible environment, enhancing student training in continuous improvement methodologies, process analysis, and data-based decision-making. Based on these findings, it was confirmed that future engineering students possess the ability to address complex problems in a productive context through Problem-Based Learning.

ANTECEDENTES

El Prácticum de Ingeniería Industrial en la Universidad Anáhuac Mayab incentiva la implementación de los conocimientos adquiridos en escenarios prácticos, abordando situaciones industriales a través de instrumentos de ingeniería. Este estudio se centra en la optimización del proceso de bordado industrial para autopartes textiles, aplicando la metodología Six Sigma con el objetivo de mejorar la calidad y asegurar el cumplimiento de los estándares exigidos por la industria automovilística.

[1] Estudiante de décimo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial para la Dirección. Universidad Anáhuac Mayab. 00287873@anahuac.mx
[2] Profesor de planta de la escuela de ingeniería de la Universidad Anáhuac Mayab. victor.cruz@anahuacmayab.mx

La expansión industrial en la región sureste de México ha propiciado oportunidades para la producción especializada. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023), la actividad económica de dicha región ha experimentado un incremento del 6%, estableciéndose como un nodo estratégico en las cadenas de suministro a nivel mundial. Este incremento ha estimulado la demanda de insumos altamente estandarizados, tales como los bordados textiles utilizados en la industria automotriz, una industria distinguida por sus rigurosos controles de calidad. Sin embargo, las organizaciones comerciales de menor escala enfrentan obstáculos para minimizar defectos y optimizar sus procesos de producción, elementos que determinan su competitividad en el ámbito empresarial.

Estudios previos han demostrado que la vinculación efectiva entre pequeñas empresas y la industria es un factor clave para su desarrollo, permitiéndoles acceder a nuevos mercados y mejorar su competitividad (Téllez, N. R., & Bautista, R. B., 2018).

Con el objetivo de abordar estas problemáticas, se ha implementado la metodología Six Sigma, utilizando el enfoque DMAIC como marco para la detección de causas fundamentales, la minimización de defectos y el incremento de la estabilidad del proceso productivo. Hernández y Mendoza (2018) subrayan que metodologías tales como Six Sigma facilitan la reducción de la variabilidad en la producción y aseguran estándares de calidad elevados mediante el estudio meticuloso de procesos y el control estadístico.

A fin de resumir, el problema a abordar en este proyecto radica en la significativa variabilidad en la calidad de los bordados industriales destinados a la producción de autopartes textiles, lo cual provoca defectos frecuentes en la tensión del hilo, la exactitud del diseño y la durabilidad del producto. Esta divergencia impacta en la competitividad del taller, comprometiendo su habilidad para satisfacer los estándares establecidos por la industria automotriz y limitando su incorporación en las cadenas de suministro a nivel mundial.

Este proyecto permite aplicar conocimientos adquiridos en diversas materias clave de la Ingeniería Industrial, como:

- Control Estadístico de Calidad (IND4303): Aplicación de herramientas estadísticas para monitoreo y reducción de defectos.
- Sistemas Integrados de Empresa (IND4306): Enfoque en la gestión y optimización de procesos productivos.
- Ingeniería de Métodos (IND2302): Análisis y mejora de tiempos y movimientos en la línea de producción.
- Mejora Continua (IND2310): Implementación de herramientas para la reducción de desperdicios y estandarización.
- Administración y Evaluación de Proyectos (IND3307): Gestión estructurada de la implementación de Six Sigma.

La implementación de estas áreas de estudio potencia las competencias en el análisis de datos, la optimización de procesos y la toma de decisiones estratégicas, garantizando que las mejoras sean sostenibles y replicables en la industria.

METODOLOGÍA

Este proyecto se fundamenta en la metodología Six Sigma, un enfoque estructurado y basado en datos que persigue la optimización de la calidad en procesos productivos mediante la minimización de defectos y la eliminación de variabilidad. La implementación ha demostrado su eficacia tanto en entidades corporativas de gran magnitud como en pequeñas empresas, lo que ha facilitado su integración en las cadenas de suministro a escala global (George, 2002).

El modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) fue implementado en el marco de Six Sigma, ofreciendo un esquema sistemático para el diagnóstico de problemas, la optimización de procesos y la garantía de mejoras sostenibles. Esta metodología fomenta la adaptación de prácticas óptimas en empresas de menor dimensión, fortaleciendo su vinculación con sectores industriales de relevancia estratégica.

En consecuencia, la metodología estudiada en la materia de Mejora Continua (IND2310) se implementará mediante la aplicación de la metodología DMAIC, la cual estructura el proceso de mejora en cinco fases. La primera de ellas, Definir, tiene como objetivo identificar el problema central del proceso productivo y establecer las metas específicas de optimización.

FASE DEFINIR

En esta etapa, se detectaron los principales desafíos del taller de bordado en Umán, con un énfasis particular en la calidad de los productos.

- Identificación de la problemática: El principal obstáculo identificado se encuentra en la elevada variabilidad en la calidad de los bordados, evidenciada en:
- Alteraciones en la tensión del hilo, la exactitud del diseño y la durabilidad del material.
- Una tasa de defectos del 16%, lo que se traduce en 740 piezas defectuosas diarias en un promedio de producción de 4,628 bordados.
- Costos adicionales causados por los procesos de reprocesamiento y devoluciones, lo cual repercute en la colaboración con clientes internacionales.
- Objetivos del proyecto:
- Disminuir la incidencia de defectos al 4%, lo que resultará en una mejora del 12%.
- Optimizar la uniformidad en los parámetros técnicos, tales como la tensión del hilo y la exactitud del diseño.
- Reforzar la satisfacción del cliente y garantizar la sostenibilidad de las relaciones comerciales.
- Alcance del proyecto:
- Procedimientos incorporados: Operaciones de producción y postproducción de bordados en el taller de Umán.
- Procesos excluidos: Otros talleres de la organización y métodos de producción que divergen del bordado.
- Herramientas empleadas en el proyecto:
- Revisión documental: Análisis de reportes de calidad y devoluciones.
- Diagrama SIPOC (Figura X): Mapeo del proceso productivo, desde insumos hasta la entrega final.

La Tabla 1 presenta una representación estructurada del proceso de bordado industrial mediante el Diagrama SIPOC, permitiendo identificar los principales actores involucrados

en la cadena productiva, desde los proveedores de insumos hasta los clientes finales. Esto facilita la detección de puntos críticos y oportunidades de mejora en la operación del taller.

Tabla 1. *Diagrama SIPOC del proceso de bordado industrial.*

Categoría	Detalles
Suppliers	Proveedores de hilos y materiales de bordado, diseñadores gráficos, proveedores de software especializado.
Inputs	Hilos de calidad, diseños digitales, configuraciones de máquinas, operarios capacitados, manuales técnicos.
Process	Preparación del diseño → Configuración de la máquina → Bordado → Verificación de calidad → Empaque y entrega
Outputs	Bordados terminados, con precisión y calidad técnica adecuada para cumplir los estándares internacionales.
Customers	Empresas del sector automotriz y manufactura de productos personalizados de alta calidad a nivel internacional.

La etapa de Medición del modelo DMAIC se fundamenta con los conocimientos adquiridos en la materia de Control Estadístico de la Calidad (IND4303), puesto que se analizaron diferentes técnicas de análisis de datos, lo que facilitó la recolección de datos esenciales para establecer una línea base de rendimiento, identificando y cuantificando los desafíos que comprometen la calidad del producto.

Datos recopilados

Se utilizó información obtenida a partir de los reportes internos de calidad y el análisis de datos del proceso productivo. Los siguientes resultados se analizaron:

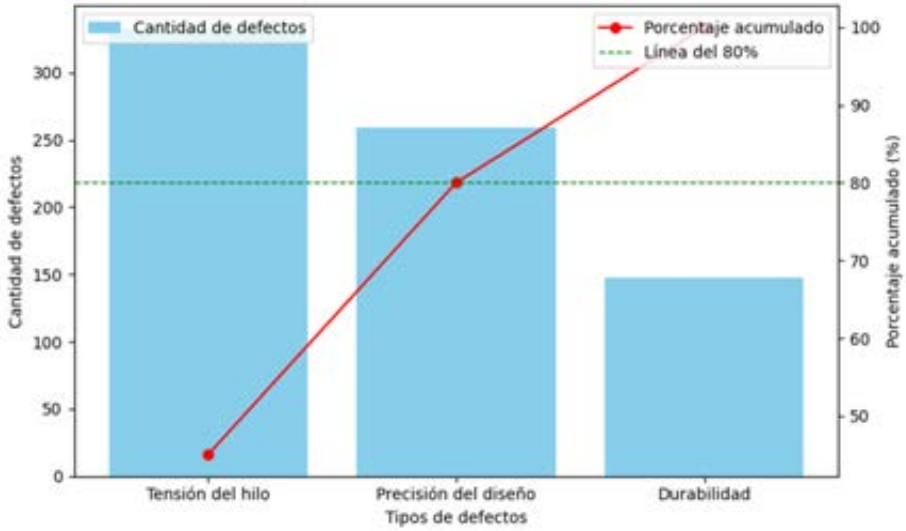
- Producción diaria promedio: El taller produce un estimado de 4,628 bordados por día.
- Tasa de defectos inicial: Aproximadamente el 16% de los bordados presentan defectos relacionados con:
  - Variabilidad en la tensión del hilo.
  - Desalineación en los diseños.
  - Problemas de durabilidad.
- Tipos de defectos más comunes:
  - Tensión inadecuada del hilo: 45% de los casos.
  - Precisión en los bordados (diseños incompletos o desalineados): 35%.
  - Deficiencia en durabilidad: 20%.

Métodos utilizados

1. Hojas de verificación: Diseñadas para registrar y categorizar los defectos por lote durante la postproducción. Cada defecto fue clasificado por su tipo y severidad.
2. Análisis de Pareto: Los defectos fueron ordenados por frecuencia, mostrando que los problemas de tensión del hilo y precisión en los diseños representan el 80% de los defectos totales, lo que indica áreas prioritarias para mejorar.

El análisis de Pareto, como lo encontramos en la Figura 1, es una herramienta esencial para priorizar las áreas de mejora, al mostrar cuáles defectos contribuyen más al problema general. En este caso, los problemas de tensión del hilo y precisión en los diseños representan el 80% de los defectos totales, lo que los convierte en prioridades inmediatas para el proyecto.

Figura 1. *Análisis de Pareto – Defectos en bordados.*



La etapa de Medir estableció los indicadores esenciales de calidad, facilitando el enfoque de esfuerzos en las problemáticas principales. La recolección y análisis de datos, aprendidos en el curso de Control Estadístico de Calidad (IND4303), posibilitaron la detección de defectos asociados con la tensión del hilo y la precisión del diseño. Durante la etapa de análisis, instrumentos tales como el Diagrama de Ishikawa y el Análisis de Pareto, implementados con conocimientos de Ingeniería de Métodos (IND2302), facilitaron la identificación de las causas fundamentales y la priorización de áreas de mejora, garantizando soluciones eficaces y sostenibles. En este sentido, el control estadístico de calidad resulta esencial en la optimización de procesos industriales, permitiendo la reducción de la variabilidad y la mejora del desempeño productivo (Montgomery, 2019).

Figura 2. *Diagrama de Ishikawa.*

El Diagrama de Ishikawa (Figura 2) fue aplicado con base en los conocimientos adquiridos en Ingeniería de Métodos (IND2302), permitiendo clasificar las principales causas de defectos en seis categorías: Individuos, procedimientos, equipo, materiales, entorno y gestión. Se identificaron factores críticos como la falta de capacitación, la variabilidad en insumos y el desgaste de maquinaria. Este análisis evidenció que los problemas afectan múltiples áreas del proceso, por lo que la fase de mejoramiento en el modelo DMAIC implementó soluciones enfocadas en optimizar recursos y mejorar la calidad del producto final. Estas acciones no solo redujeron defectos, sino que también fortalecieron la vinculación del taller con clientes internacionales y el sector industrial.

Desarrollo de las propuestas de mejora

- Capacitación continua del personal operativo
  - Se implementó un programa de formación trimestral enfocado en técnicas de bordado, mantenimiento básico de maquinaria y control de calidad, lo que redujo errores humanos y estandarizó la producción.
- Estandarización de procedimientos operativos
  - Se elaboraron manuales que definieron parámetros precisos en cada fase del proceso de bordado, disminuyendo la variabilidad y asegurando mayor uniformidad en los resultados.
- Mantenimiento preventivo
  - Se estableció un calendario mensual para la inspección, limpieza y calibración de las cabezas de bordado, lo que prolongó la vida útil de las máquinas y redujo defectos por fallas mecánicas.
- Control de calidad de materiales

- Se implementó un protocolo de inspección para verificar la calidad de los hilos y otros insumos antes de la producción, evitando defectos como roturas de hilos o bordados irregulares.
- Monitoreo del entorno laboral
- Se instalaron sensores para medir y regular la humedad y temperatura en el taller, minimizando defectos derivados de condiciones ambientales inestables.
- Supervisión y evaluación continua
- Se realizaron auditorías internas semanales para evaluar el desempeño de los operadores y revisar los productos terminados, lo que fortaleció la cultura de calidad.
- Digitalización del control de calidad
- Se integró un sistema digital para registrar incidencias, recopilar estadísticas y monitorear el rendimiento del taller en tiempo real, facilitando la toma de decisiones y la mejora continua.

Durante la etapa de Control, se implementaron estrategias de supervisión continua y evaluación de indicadores clave de rendimiento (KPI), aprendidos en la materia de Mejora Continua (IND2310) que serán expuestos a continuación, con el objetivo de asegurar la viabilidad de las mejoras implementadas en el proceso de bordado, evitando la reaparición de problemas y consolidando un estándar de calidad elevado. Diversos estudios han demostrado que el control sostenido de los procesos es esencial para la estabilidad operativa en pequeñas y medianas empresas, asegurando la optimización de los recursos y la reducción de defectos (Bohigues, 2015).

Indicadores clave de desempeño (KPI)

1. Defectos por millón de oportunidades (DPMO): Este indicador cuantifica los defectos detectados en relación con las oportunidades de error en una gran escala, proporcionando una visión detallada del nivel de calidad en el proceso.

Fórmula: $DPMO = (\frac{Defectos\ detectados}{Total\ de\ oportunidades\ de\ error}) \times 1{,}000{,}000$

- Metodología de medición:
  - Los defectos detectados corresponden a todas las incidencias registradas durante la inspección de un lote, mientras que el total de oportunidades de error se obtiene multiplicando el número de bordados inspeccionados por las posibles fallas que pueden presentarse en el proceso.

2. Porcentaje de bordados aceptados por lote: Este indicador evalúa la proporción de bordados que cumplen con los estándares de calidad en comparación con el total producido.

Fórmula: $Porcentaje\ de\ bordados\ aceptado = (\frac{Bordados\ aceptados}{Total\ de\ bordados\ producidos}) \times 100$

- Metodología de medición:

- Bordados aceptados: Los bordados aceptados se definen como aquellos que satisfacen los estándares de calidad establecidos, mientras que el total de bordados producidos simboliza la cantidad total de piezas finalizadas e inspeccionadas previamente.

3. Tiempo promedio de inspección por lote (min): Este indicador mide el tiempo invertido en la inspección de calidad para cada lote de bordados, asegurando un equilibrio entre productividad y detalle en la evaluación.

Fórmula: $Tiempo\ promedio\ de\ inspección\ por\ lote = (\frac{Tiempo\ total\ de\ la\ inspección}{Número\ de\ lotes\ inspeccionados})$

- Metodología de medición:
- El tiempo total de inspección corresponde a la suma del tiempo dedicado a revisar los bordados en todos los lotes, mientras que el número de lotes inspeccionados representa la cantidad de evaluaciones realizadas en un periodo determinado.

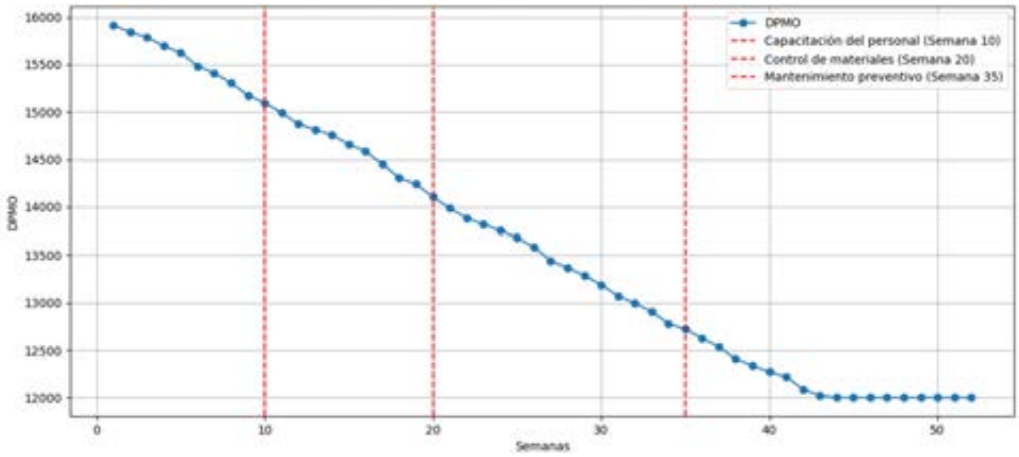
RESULTADOS

Los resultados del proyecto exhiben un avance significativo en la calidad del bordado en el taller de Umán, disminuyendo la tasa de defectos del 16% al 12%, con una mejora efectiva del 11%. Este progreso subraya la relevancia del monitoreo a través de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI), facilitando la identificación y corrección de problemas en tiempo real.

Las estrategias más eficaces incluyen la formación del personal, que optimizó el funcionamiento de las máquinas y disminuyó los errores humanos, y la instauración del mantenimiento preventivo, que maximizó la precisión de los equipos y minimizó las fallas técnicas. La administración de materiales mitigó las variaciones en la calidad de los insumos, previniendo defectos derivados de hilos insuficientes y desalineaciones.

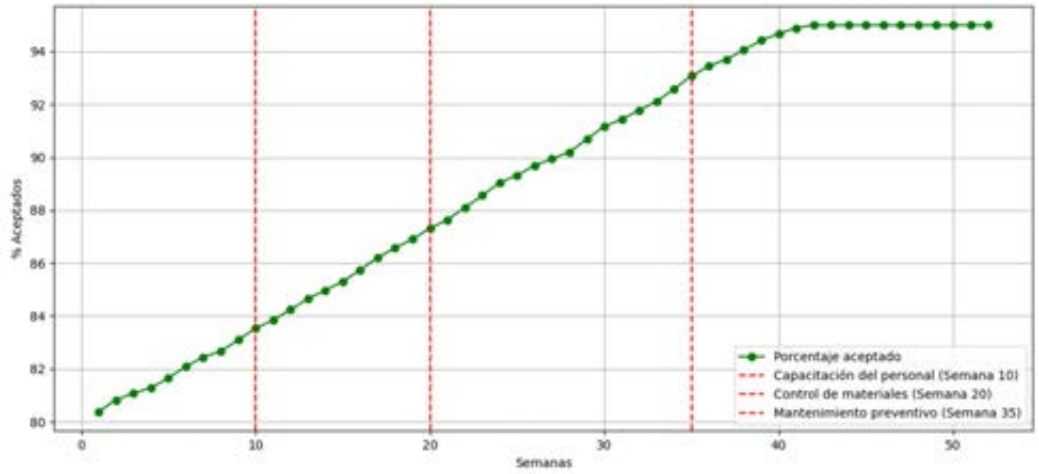
La inspección continua mediante indicadores clave de rendimiento (KPI), tales como el DPMO y la proporción de bordados aceptados por lote, facilitó la evaluación de la estabilidad del proceso, logrando niveles cercanos al 90% de calidad. Las representaciones gráficas evidencian la progresión de estos indicadores, evidenciando cómo las optimizaciones implementadas robustecieron la competitividad del taller y su vínculo con clientes de carácter internacional.

Figura 3. *Defectos por millón de oportunidades (DPMO).*



La Figura 3 evidencia una disminución progresiva en los defectos por millón de oportunidades durante el año 2024. En sus etapas iniciales, el indicador registraba aproximadamente 16,000, lo que evidenciaba un elevado grado de defectos. No obstante, tras la formación del personal (semana 10), la gestión de materiales (semana 20) y la implementación de mantenimiento preventivo (semana 35), el DPMO descendió a 12,000 al concluir el año. Las disminuciones más pronunciadas coinciden con estas intervenciones, lo que corrobora la eficacia de las estrategias implementadas. El estudio de este indicador, fundamentado en herramientas adquiridas en el curso de Control Estadístico de Calidad (IND4303), facilitó la validación de la estabilidad del proceso y la mejora en la calidad del producto final.

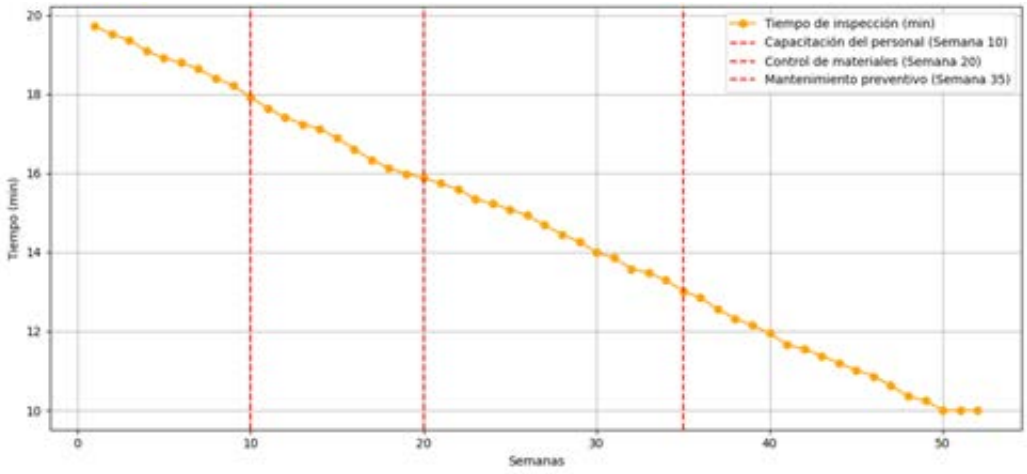
Figura 4. *Porcentaje de bordados aceptados por lote.*



La Figura 4 evidencia un avance gradual en la calidad del proceso de bordado a lo largo del año 2024. En sus etapas iniciales, el porcentaje de bordados aceptados ascendía al 80%, lo que evidenciaba una elevada incidencia de defectos. No obstante, al concluir el año, el indicador sobrepasó el 90% tras la formación del personal (semana 10), la gestión de materiales (semana 20) y el mantenimiento preventivo (semana 35). Estos hallazgos,

examinados utilizando instrumentos adquiridos en el Control Estadístico de Calidad (IND4303), ponen de manifiesto cómo las estrategias implementadas optimizaron la uniformidad y minimizaron los defectos en el proceso de bordado.

Figura 5. *Tiempo promedio de inspección por lote.*



El gráfico de la Figura 5, que representa el tiempo medio de inspección por lote, evidencia una mejora progresiva en la eficiencia del proceso durante el año 2024. En sus etapas iniciales, la inspección requería aproximadamente 20 minutos por lote, atribuible a la ausencia de estandarización y la necesidad de evaluaciones meticulosas para la detección de defectos. Con la instauración de mejoras tales como la formación del personal en la semana 10 y el mantenimiento preventivo en la semana 35, se observó una disminución progresiva en el tiempo de inspección, alcanzando los 10 minutos por lote al término del año.

Estos hallazgos evidencian no solo una mejora en la calidad de los bordados, sino también una optimización en la eficiencia operacional, lo que posibilita la liberación de recursos y el incremento de la productividad del taller. En suma, los indicadores clave evidencian una disminución sostenida del DPMO, un incremento en la proporción de bordados aceptados y una reducción en el tiempo de inspección, lo que fortalece la competitividad del taller en relación con los estándares internacionales.

En contraste con otros proyectos de optimización, la incorporación de metodologías estructuradas como DMAIC y la utilización de indicadores específicos han evidenciado ser fundamentales para la generación de mejoras sostenibles y replicables en procesos de producción. Esta perspectiva establece al taller de Umán como un punto de referencia para las pequeñas y medianas empresas que aspiran a perfeccionar sus operaciones conforme a los estándares de calidad más rigurosos.

CONCLUSIÓN

Esta investigación demuestra que la aplicación de DMAIC, en el marco de la metodología Six Sigma, facilitó la optimización del proceso de bordado industrial, lo que resultó en una reducción de defectos del 16% al 12% y en el fortalecimiento de la conexión del taller con el sector automovilístico. La implementación de estrategias tales como la formación del

personal, el mantenimiento preventivo y el control de materiales resultó en mejoras sostenibles sin la necesidad de inversiones considerables, consolidando este enfoque como una opción factible para pequeñas y medianas empresas que aspiran a incorporarse en las cadenas de suministro a nivel global.

La implementación de Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) fue crucial para supervisar los progresos y asegurar la estabilidad de los procesos, promoviendo la toma de decisiones fundamentada en datos. Adicionalmente, la adquisición de conocimientos en disciplinas como el Control Estadístico de Calidad (IND4303), la Ingeniería de Métodos (IND2302), los Sistemas Integrados de Empresa (IND4306), la Mejora Continua (IND2310) y la Administración y Evaluación de Proyectos (IND3307) fue esencial para el desarrollo de este proyecto, facilitando la implementación de herramientas de análisis, optimización y control de calidad en un contexto tangible.

Este estudio destaca la relevancia de la interrelación entre la academia y la industria, evidenciando que la educación en ingeniería industrial otorga las habilidades requeridas para afrontar problemas complejos, optimizar la eficiencia operativa y fomentar el desarrollo del sector manufacturero.

BIBLIOGRAFÍA

Bohigues Ortiz, A. (2015). *Desarrollo e implementación de un modelo Seis Sigma para la mejora de la calidad y de la productividad en pymes industriales* [Tesis de maestría, Universitat Politècnica de València]. RiuNet. https://riunet.upv.es/entities/publication/60807caa-023b-4cd3-b18d-f44526c7f223

George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma quality with lean speed*. McGraw-Hill.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.

INEGI. (2023). *Indicador Trimestral de la Actividad Económica Estatal (ITAEE): Análisis regional, región sur-sureste (octubre–diciembre 2023)* [tabla]. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/itaee/itaee2023_04_Tab.docx

Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.

Téllez, N. R., & Blanco Bautista, R. (2018, 31 de julio). *Una experiencia académica de vinculación industria con PYMES de la zona industrial de Xalostoc*. *ANFEI Digital*, (9). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/454

APORTACIÓN DE ALUMNOS DE SERVICIO SOCIAL A LA MICROEMPRESA DE AGUA PURIFICADA

CONTRIBUTION OF SOCIAL SERVICE STUDENTS TO THE PURIFIED WATER MICRO-ENTERPRISE

I. C. Monsreal Barrera[1]
J. F. Escalante Euán[2]
M. A. Estrella Gutiérrez[3]

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es que alumnos de servicio social de la Facultad de Ingeniería Química implementen una capacitación a microempresas del giro de purificación de agua en Mérida, Yucatán; el aumento de la demanda de agua dado el crecimiento de la población y una mayor contaminación de las fuentes de agua hacen indispensables a las microempresas de purificación de agua. Se empleó una metodología de tipo mixta y se definió un muestreo por conglomerados se utilizó una encuesta para censar aquellas problemáticas que aquejan a las microempresas de agua purificada. Se analizaron los resultados, se desarrolló un temario y una capacitación para estas microempresas, se impartió una primera capacitación.

ABSTRACT

The objective of this research work is for social service students from the Faculty of Chemical Engineering to implement training for water purification micro-enterprises in Mérida, Yucatán. The increasing demand for water due to population growth and greater contamination of water sources makes water purification micro-enterprises indispensable. A mixed methods approach was employed, and a cluster sampling method was defined. A survey was used to assess the issues affecting purified water micro-enterprises. The results were analyzed, a curriculum and training program for these micro-enterprises were developed, and an initial training session was conducted.

ANTECEDENTES

Las problemáticas en la industria de purificación de agua para consumo humano se han hecho latentes en los últimos años; esto debido al aumento de la población y sus necesidades, lo que llevan a una creciente contaminación del agua tanto superficial como subterránea, con ello surge la necesidad de recopilar las principales problemáticas que se presentan en las microempresas del giro de purificación de agua para poder brindar una solución que no solo beneficie económicamente a las empresas dentro del giro, sino que también impacte en la calidad del agua que distribuyen, evitando que ésta represente algún riesgo a la salud pública (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2018).

Dada la importancia de sensibilizar a los alumnos de las diversas Ingenierías en la importancia presente y futura para ellos y sus comunidades respecto a la problemática del consumo de agua de calidad, se planteó este proyecto como una problemática que debería ser atendida por ellos, lo que le daría sentido a su aportación social al medio en el que se

[1] Coordinadora de Proyectos Especiales de la Facultad de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Yucatán. ileana.monsreal@correo.uady.mx
[2] Coordinador del Cuerpo Académico de Competitividad e Innovación Tecnológica. Universidad Autónoma de Yucatán. jesus.escalante@correo.uady.mx
[3] Representante de FIQ en el Programa de Egresados UADY. Universidad Autónoma de Yucatán. alejandro.estrella@correo.uady.mx

desenvuelven. En conclusiones se especifica el impacto que este proyecto tuvo en los alumnos.

Las limitaciones del estudio radicaron en la imposibilidad de realizar una muestra más amplia dado que este proyecto no contaba con financiamiento de ningún tipo, por lo que sus resultados son un acercamiento a ese tipo de micronegocios y la capacitación tiene contenido mínimo que cualquiera de esos negocios debería conocer.

Situación del agua en Yucatán

En el estado de Yucatán el agua subterránea se aprovecha extrayendo agua a través de pozos o cenotes, en total 18,467, ubicados la mayoría principalmente en la zona norte, oriente y sur poniente del estado. Las norias o pozos excavados son los más numerosos, representan el 53% del total, y extraen entre 1 y 5 lps, principalmente para uso agrícola, doméstico y abrevadero. También se utilizan algunos cenotes que extraen entre 10 y 30 lps, y en menor número se registran los pozos profundos con profundidades de entre 40 y 100 m, con un gasto del orden de 50 lps en promedio. Este volumen de agua permite cubrir la demanda de los diversos sectores: agrícola, industrial, público urbano y otros tipos de usuarios (Durán y Méndez, 2010).

La calidad microbiológica del agua subterránea en el estado de Yucatán, puede clasificarse como aceptables en un 45%, contaminadas en un 23%, peligrosas en un 18% y muy contaminadas en un 14%; por lo tanto, es de gran importancia no descuidar el abastecimiento de cloro para la purificación de las aguas antes de su distribución; ya que aproximadamente en el 46% de los sistemas de abastecimiento el agua se distribuía sin clorar y en el 7% las concentraciones de cloro residual estuvieron por debajo de lo establecido en la Norma Oficial Mexicana (Pacheco, Cabrera, 2004).

Microempresas de purificación de agua en Yucatán

De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2023) a septiembre del 2023 en Yucatán se tenían un total de 404 microempresas dedicadas a purificar y embotellar agua, estas representan solo el 1.69% del total de unidades con la misma actividad económica a nivel nacional, y en la ciudad de Mérida se cuenta con 136 unidades representando un 33.66% del total a nivel estatal.

Objetivo general

Diseñar un micro curso de capacitación para microempresas de agua purificada que pueda ser impartido por alumnos de servicio social de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) en Mérida, Yucatán.

Objetivos específicos

1. Identificar las necesidades mínimas de capacitación
2. Implementar una primera capacitación

METODOLOGÍA

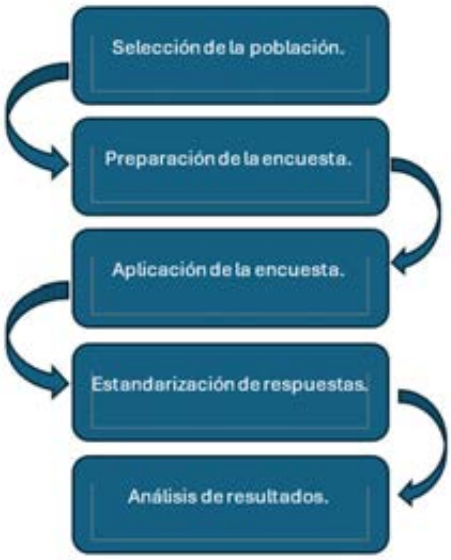
Alcance de la investigación

Dado el objetivo del presente proyecto y las limitaciones de recursos, el proyecto no planteaba una indagación exhaustiva ni de profundidad en las necesidades de capacitación

de las microempresas de agua purificada, fue un acercamiento para identificar lo mínimo necesario que estas empresas, usualmente familiares y sin conocimientos de ingeniería, deberían conocer para dar un servicio de agua purificada con las condiciones mínimas de seguridad y salubridad. Se utilizó un enfoque de investigación con un diseño especifico de tipo mixto.

A continuación, se presenta la metodología de la investigación.

Figura1. *Metodología del proyecto.*



Selección de la población.
El proyecto empleó un muestreo por racimos para optimizar recursos, considerando que las microempresas de agua purificada están distribuidas en colonias de Mérida. Con base en el DENUE del 20 de septiembre de 2023, se identificaron 101 colonias como población. Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula de López-Roldan y Fachelli para poblaciones finitas, con un 90% de confianza, error de 0.15 y proporciones de 0.5 para casos positivos y negativos. El resultado fue una muestra de 23 colonias, seleccionadas aleatoriamente, de las cuales debería encuestarse al menos una microempresa de purificación de agua.

Preparación de la encuesta.
La encuesta se preparó con una serie de preguntas abiertas, con la intención de detallar de manera cualitativa las problemáticas que presentaban. Para tener control sobre los resultados de ciertos aspectos cuantitativos de las encuestas, se realizó un tratamiento de normalización de las respuestas.

Se plantearon las siguientes preguntas abiertas:
1. ¿Recibió alguna capacitación?
2. ¿Cuál es la profundidad del pozo que utilizan? (en caso de no tener pozo dejar en blanco)

3. ¿Cuál es su cargo en la empresa?
4. ¿De qué fuente obtiene el agua que purifican?
5. ¿En qué consiste su proceso?
6. ¿Cuánta agua pueden purificar al día?
7. ¿Cómo realizan el mantenimiento de las bombas y equipos?
8. ¿Cuál es el problema más frecuente en el proceso?
9. ¿Cómo aplican las buenas prácticas de higiene y seguridad en el proceso?
10. ¿Qué normas regulan el tratamiento de agua para consumo?
11. ¿Cómo determinan que su producto tiene la calidad adecuada?
12. ¿Cada cuanto realizan análisis del agua y qué análisis realizan, en su caso?

Aplicación de la encuesta.
La recolección de información mediante la encuesta se llevó a cabo de la siguiente manera: Primero, se identificaron las direcciones de las microempresas usando los filtros de la plataforma DENUE, posteriormente se segmentaron las ubicaciones en base a las colonias a las que pertenecían y, por último, se realizó el levantamiento de respuestas visitando presencialmente a microempresas que residen en las colonias seleccionadas anteriormente:

Con el levantamiento realizado, se obtuvieron 26 encuestas de 23 colonias visitadas; se descartaron tres que se encontraban fuera del periférico de Mérida y se recolectaron 3 encuestas extras en las colonias Pacabtún, Mérida Centro y Los Héroes.

Estandarización de respuestas.
Se realizó un concentrado de las respuestas de la encuesta, procesadas en tablas dinámicas de Excel según criterios establecidos. La capacitación se clasificó en sí o no, mientras que para la profundidad de los pozos se organizó en rangos de 6 a 25 metros o, si no usan pozo, como no aplica. Se definieron tres categorías de cargo en la empresa: administrativo, dueño y operador y la fuente del agua se agrupó en pozo, potable, ambos o no se sabe.

El conocimiento sobre el proceso de purificación se dividió en se comprende o no se comprende. La capacidad de purificación diaria se agrupó en rangos de 0 a 30,000 litros. En cuanto al mantenimiento, las respuestas fueron no se sabe, periódicamente o uso de terceros. Los problemas frecuentes en el proceso incluyeron costos elevados, envases sucios, filtrado, fallas en equipos, sarro, verdín, obstrucción de tuberías, presión del agua y fallos eléctricos.

Sobre las buenas prácticas de higiene y seguridad, las respuestas se agruparon en aplicación de BPM o desconocimiento. En cuanto a las normas de tratamiento de agua, se clasificaron en conocimiento vago, conocimiento de normas específicas o desconocimiento total. La determinación de calidad del agua se realizó mediante prueba de turbidez, dureza, máquinas, salinómetro, laboratorio, olor/sabor y medición de pH, con algunos encuestados sin conocimiento del proceso. Finalmente, la realización de análisis del agua se categorizó en periódicos o desconocidos.

Análisis de resultados
El análisis de las encuestas permitió identificar áreas clave para la capacitación. Se encontró que el 7.7% de las empresas desconoce su fuente de abastecimiento, y aunque el 79.2% usa un pozo, en 16.67% de los casos no se conoce su profundidad. Además, el 65% de las

microempresas no estuvo involucrado en la elección y configuración del proceso de purificación, lo que provoca que el 42.3% del personal no comprenda el proceso en el que trabaja. En cuanto al mantenimiento, el 60% de las empresas que conocen su protocolo lo delegan a terceros, mientras que el 40% lo realiza internamente.

Respecto a las buenas prácticas de manufactura (BPM), el 96% afirma aplicarlas, pero el 4% las desconoce. Sobre normativas, el 15.39% no las conoce, el 65.4% las maneja de forma imprecisa y solo el 19.21% las domina correctamente. Por último, el 7.69% no sabe cómo determinar la calidad del agua y solo el 57.7% realiza análisis de laboratorio periódicos.

RESULTADOS

Diseño del curso

Temas para abordar

Identificadas las problemáticas principales presentes en las microempresas de purificación de agua en la región de Mérida, se definieron los temas que serían utilizados para el desarrollo y aplicación de la capacitación de las microempresas:

- Mantenimiento preventivo de equipos y maquinaria.
- Profundidad del pozo.
- Normativa aplicable.
- Lectura e interpretación de resultados de laboratorio.
- Buenas prácticas de manufactura.

Preparación del curso

Siguiendo el objetivo del proyecto, se planteó una edición presencial del micro curso, pero buscando un impacto futuro y por mayor tiempo, se planteó la posibilidad de realizar el micro curso de manera asincrónica y totalmente digital mediante cualquier dispositivo electrónico inteligente. Se decidió ir por las dos modalidades.

Para asegurar la calidad de la información, coherencia y equivalencia entre ambas modalidades, se escribió un guion a partir de una guía de capacitación donde se encuentran los apartados como estructura del micro curso de capacitación, los temas destacados, los subtemas, profundidad adecuada para cada uno, la explicación y definiciones para cada tema y subtema, garantizando abarcar la información seleccionada con la profundidad indicada, coherencia y homogeneidad durante la explicación. Así como los tiempos indicados para cada apartado durante la capacitación.

Como apoyo visual para el micro curso presencial se trabajó en una presentación que ayudó al espectador a entender los temas. Uno de los retos principales fue el diseño de la presentación, ya que no solo se buscó mantener la formalidad y calidad de la presentación, sino que fue necesario que se elaborara de manera llamativa, contribuyendo a la captación de la atención durante el micro curso.

Las diapositivas realizadas, se utilizaron para ambas modalidades, manteniendo el mismo sentido de los temas proporcionados, asegurando el interés del espectador y la calidad de la información presentada.

El guion se utilizó como herramienta base para realizar el material audiovisual para el micro curso de capacitación, en el que se consideraron factores como la formalidad, por ello el material se grabó desde Microsoft Teams, ya que ofrece un formato de video conferencia, lo que permitió conservar una dinámica similar a la modalidad presencial, donde se puede presentar las diapositivas mientras se explica y se observa al expositor al mismo tiempo, adecuado para alcanzar la calidad y dinamismo necesario para la modalidad digital del micro curso.

Durante el proceso de preparación del material de apoyo se consultó la base de datos recopilada de las microempresas que participaron en la primera etapa del proyecto, lo que ayudó a garantizar que los asistentes cumplieran con el perfil al que fue dirigido el proyecto. El principal problema que se presentó fue la dificultad de contacto debido a la falta de medios de contacto con estas microempresas, esto hizo necesario consultar de nueva cuenta la base de datos del DENUE para ampliar la lista de microempresas ubicadas en Mérida, dedicadas a la purificación de agua, a raíz de esta propuesta la problemática recurrente era la desactualización de los datos registrados de contacto; Finalmente se logró confirmar la asistencia de 6 personas de 5 microempresas diferentes.

Adicionalmente se aceptaron a 2 personas fuera del perfil objetivo del proyecto, pero interesadas en la purificación del agua, que tenían un mayor nivel de experiencia y estudios profesionales en Ingeniería Química.

Implementación de la capacitación

La capacitación en modalidad presencial se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY, y se contó finalmente con la participación de 4 microempresas diferentes para un total de 5 asistentes, a quienes se les impartió el micro curso en modalidad presencial el día 12 de junio de 2024, el cual tuvo una duración aproximada de 2 horas.

Al finalizar el micro curso se les facilitó una encuesta de satisfacción para obtener sus opiniones respecto a la profundidad y contenidos del micro curso. Esto para contar con puntos de mejora para proyectos futuros.

La encuesta fue facilitada a los participantes en formato digital por medio de un QR proyectado al final de la presentación del micro curso, la encuesta fue creada con el apoyo de la herramienta Google Forms. Este cuestionario tuvo 9 preguntas para evaluar la presentación del micro curso, el grado de satisfacción general, los puntos fuertes y los débiles, así como la probabilidad de recomendación de este micro curso para otras personas por parte de los asistentes. Esto permitió conocer tanto áreas de mejora, como los puntos fuertes del micro curso.

Para complementar el apartado de la encuesta se proporcionó un espacio para dudas, comentarios y sugerencias al finalizar el tiempo de la encuesta digital, enriqueciendo la retroalimentación obtenida de manera digital.

CONCLUSIONES

Durante la realización del proyecto, se identificaron puntos críticos dentro de las microempresas dedicadas a la purificación de agua. Por medio del levantamiento de información, se obtuvieron las bases para la estructuración de una guía de capacitación para la implementación de un micro curso, el cual contenía los aspectos solicitados por la población encuestada. Dentro de las vulnerabilidades encontradas están el mantenimiento preventivo y correctivo (debido al desconocimiento de los equipos incluidos en el proceso) y la normativa aplicable para tener un proceso de calidad. En este caso, era casi nula la información con la que cuenta la población acerca de qué normas sirven para el aseguramiento de la calidad de su producto y proceso.

Como parte de la revisión de la literatura y diversas fuentes confiables de información, como normativas, informes, artículos, etc., no se pudo obtener una profundidad reglamentaria mínima u obligatoria para la perforación de pozos como fuentes de abastecimiento para estas microempresas, debido al amplio espectro de variación entre el nivel freático, el nivel de contaminación de los acuíferos y el tipo de suelo. Sin embargo, tras el análisis de la información, se recomienda que la profundidad mínima se encuentre entre 15 y 20 metros, lo que disminuirá el nivel de contaminación del agua, rondando entre un nivel medio y bajo de contaminación para la mayoría de los contaminantes presentes en el agua, pero sin incrementar significativamente el costo de construcción y mantenimiento del pozo en comparación con pozos de mayor profundidad.

Los cuidados, así como las precauciones relacionadas con el pozo son puntos importantes y poco considerados, que reducen al mínimo el riesgo de contaminación involuntaria del acuífero, primordial para preservar la calidad y cantidad de agua dulce que aún puede ser consumible y purificada con los procedimientos actuales para ser apta para el consumo humano, por lo que se considera necesario resaltar la importancia del conocimiento de esto.

El análisis de la encuesta y los comentarios de satisfacción respecto a la capacitación muestran que, para los perfiles objetivo del proyecto, sus expectativas fueron cubiertas o incluso superadas. En cambio, para los perfiles diferentes a los del objetivo del proyecto que asistieron, sus expectativas no fueron completamente cubiertas. Sin embargo, sus observaciones e interés en el tema proporcionan bases para que, en un futuro, la facultad trabaje en una capacitación de mayor profundidad y especialización.

Dentro del marco del proyecto, se observa una gran falta de conocimiento sobre el proceso de purificación, las normativas aplicables, las buenas prácticas de manufactura, el diseño, el mantenimiento y la operación de sus fuentes de abastecimiento y de sus procesos, así como sobre los análisis y sus parámetros para asegurar la calidad del agua que utilizan y ofrecen como producto final para el consumo humano. Estos temas se consideran primordiales para garantizar que quienes operan una planta de purificación al menos estén sensibilizados de la responsabilidad que esto implica y contribuyan al cuidado de sus fuentes de abastecimiento y a la preservación de la calidad de este recurso tan valioso.

Es relevante que las instituciones de educación pública acerquen su conocimiento a las microempresas, dado que, como en este caso, el desconocimiento de los microempresarios puede derivar en problemas de salud pública para la población. Dado que consideran que es

relativamente sencillo operar este tipo de negocios y no se requiere mucha inversión, lo que proporciona un ingreso seguro, durante el acercamiento a este tipo de empresas se pudo detectar que muchas son abiertas y operadas por personas con un conocimiento mínimo, limitado o nulo, para garantizar el procesamiento y distribución de agua en las condiciones de salubridad requeridas. Esto puede derivar en problemas de salud para terceros. Informar y capacitar a estos microempresarios les proporciona elementos para mejorar sus procesos.

Por último, cabe comentar el impacto que este proyecto tuvo en los alumnos de las diferentes Ingenierías que participaron en él, el cual fue muy diverso, ya que no sólo les permitió utilizar sus conocimientos y habilidades duras adquiridos durante su formación, sino también hicieron uso de habilidades blandas, tan importantes para el desempeño profesional actual. Específicamente se adentraron en el conocimiento sobre el mantenimiento preventivo, el seguimiento consciente de las Normas Oficiales Mexicanas y las recomendaciones de las entidades competentes en el giro del tratamiento de aguas y sus contaminantes; también desarrollaron competencias de investigación, de trabajo en equipos multidisciplinarios, de resolución de problemas reales y habilidades de comunicación con personas de diferente nivel educativo y formación.

Lo que representó para ellos queda más claro plasmando las expresiones de algunos de ellos: “un reto”, “pude poner en práctica los conocimientos adquiridos”, “un reflejo del futuro”, “un desafío para mis habilidades”, “pulí mi compromiso, responsabilidad y objetividad”, “un cambio real y palpable con una muy buena guía y orientación”, “fue una experiencia formadora en todos los aspectos, personal, profesional y académico que me dio un sentido de pertenencia a la Universidad”.

BIBLIOGRAFÍA

Durán, R., & Méndez, M. (Eds.). (2010). *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. CICY; PPD-FMAM; CONABIO; SEDUMA. https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan/

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s. f.). *DENUE: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx

López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona.

Pacheco-Ávila, J., Cabrera-Sansores, A., & Pérez-Ceballos, R. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Ingeniería: Revista Académica*, 8(2), 165–179. https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/diagnostico.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México 2018. Capítulo 6: Agua, salud y medio ambiente*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap6.html

RADIO DE LA INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES, COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PARA LA COMUNIDAD ACADÉMICA

RADIO ENVIRONMENTAL SYSTEMS ENGINEERING, SCIENTIFIC COMMUNICATION FOR THE ACADEMIC COMMUNITY

J. A. Mendoza Pérez[1]
A. E. Lugo Dorantes[2]
C. D. Hernández Reyes[3]

RESUMEN

A raíz de la constante falta de difusión de las investigaciones desarrolladas en los niveles universitario y de posgrado, surge "Radio ISA" como una alternativa efectiva. Este medio permite a los alumnos de nivel superior y posgrado acercarse a la comunidad para compartir sus proyectos de investigación, sus avances y aplicaciones potenciales.

La iniciativa se desarrolla mediante un programa radiofónico semanal transmitido en vivo por internet, el cual combina entrevistas, exposiciones de proyectos y discusiones sobre avances tecnológicos y científicos. Radio ISA tiene el objetivo de fomentar el interés por la investigación, fortalecer la divulgación científica y generar un espacio de interacción entre investigadores, alumnos y público en general.

A través de esta plataforma, se busca reducir la brecha entre el conocimiento especializado y el público en general, facilitando el acceso a información clave sobre desarrollos científicos y tecnológicos. El formato de entrevistas permite a los investigadores no solo exponer sus descubrimientos, sino también explicar su impacto y aplicación en la vida cotidiana. Además, se promueve la participación activa de la comunidad académica mediante espacios de interacción en vivo, donde la audiencia puede hacer preguntas y debatir sobre los temas tratados.

ABSTRACT

As a result of the constant lack of dissemination of research developed at the undergraduate and graduate levels, "Radio ISA" arises as an effective alternative. This medium allows undergraduate and graduate students to approach the community to share their research projects, their progress and potential applications.

The initiative is developed through a weekly radio program broadcast live over the Internet, which combines interviews, project presentations and discussions on technological and scientific advances. Radio ISA aims to promote interest in research, strengthen scientific dissemination and generate a space for interaction between researchers, students and the public.

Through this platform, it seeks to reduce the gap between specialized knowledge and the public, facilitating access to key information on scientific and technological developments. The interview format allows researchers not only to present their discoveries, but also to explain their impact and application in everyday life. In addition, the active participation of the academic community is promoted through live interaction spaces, where the audience can ask questions and discuss the topics covered.

[1] Coordinador Comité Ambiental. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB). Instituto Politécnico Nacional (IPN). jorgemendozaperez@yahoo.com
[2] Estudiante, Maestría en Sostenibilidad e Innovación en Tecnología Ambiental (MASITAM). (IPN). eduangld@gmail.com
[3] Estudiante, Ingeniería en Química Industrial (IQI). Escuela Superior de ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE). (IPN). chernandezr1502@alumno.ipn.mx

ANTECEDENTES

Planteamiento del problema

El desarrollo tecnológico y científico ha sido fundamental para el avance de la sociedad, sin embargo, gran parte de la investigación académica permanece en el ámbito de publicaciones especializadas, dificultando su acceso a un público más amplio. La falta de estrategias efectivas de comunicación limita la visibilidad del trabajo de investigadores y estudiantes, reduciendo el impacto potencial de sus descubrimientos y avances.

La difusión de la investigación científica y tecnológica dentro de las instituciones de educación superior es un desafío constante. A pesar de los avances en diversas áreas del conocimiento, gran parte de los proyectos y descubrimientos desarrollados por estudiantes y profesores permanecen en círculos cerrados, limitando su impacto en la sociedad y reduciendo las oportunidades de colaboración académica. Por lo tanto, la falta de espacios accesibles y atractivos para la divulgación científica representa una barrera en la formación de los estudiantes de ingeniería, quienes necesitan desarrollar habilidades de comunicación para transmitir sus conocimientos de manera efectiva. En un mundo donde la información es clave para el progreso, los esfuerzos por hacer accesibles los avances científicos a un público más amplio se vuelven cada vez más necesarios.

Objetivos de la investigación

- Diseñar y desarrollar un programa radiofónico que facilite la divulgación científica dentro de la comunidad académica.
- Analizar los desafíos y oportunidades en la creación de un medio de comunicación accesible para estudiantes e investigadores.
- Determinar la efectividad de los formatos empleados en el programa para la comunicación de información científica.

Preguntas de investigación

¿Cómo influye la creación de Radio ISA en la participación de estudiantes e investigadores en actividades de divulgación científica?

¿Cuál es el impacto de los programas radiofónicos en la motivación de los estudiantes para involucrarse en actividades de investigación?

Contexto de la investigación

Dentro de la organización de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, existe el comité ambiental, el cual se encarga de coordinar, promover y organizar los eventos que conciernen a la escuela en todos los sectores (administrativos, cuerpo de docencia, cuerpo estudiantil y externos) en materia del cuidado ambiental. Dichos eventos son muy diversos, y van desde las campañas de reforestación, campañas de recolección de fármacos caducos, hasta proyectos multidisciplinarios, como lo es el diseño y puesta en marcha de un sistema de captación de agua pluvial dentro de las instalaciones de la escuela.

Dado que la divulgación es un aspecto muy importante en el constante avance tecnológico y científico, surge Radio ISA como una iniciativa estudiantil dentro del comité ambiental de la

carrera de Ingeniería en Sistemas Ambientales con el propósito de difundir proyectos de investigación y fomentar el diálogo científico en la comunidad académica.

Su creación responde a la necesidad de generar un espacio accesible donde estudiantes y docentes puedan compartir conocimientos de manera dinámica e interactiva. Este no se limita a únicamente proyectos que engloben a la ENCB o el IPN, el programa tiene una estructura con una visión sumamente amplia, lo que da oportunidad de explorar proyectos y avances de posgrado, o interinstitucionales.

Limitaciones del estudio

Algunas limitaciones de la investigación incluyen la dificultad para medir de manera precisa el impacto a largo plazo del programa en la comunidad académica. Asimismo, la participación de los estudiantes en las transmisiones está sujeta a disponibilidad de tiempo y recursos tecnológicos. Otra limitante es la variabilidad en la calidad de la interacción con la audiencia, dependiendo de los temas tratados y los invitados presentes en cada emisión.

Justificación y utilidad del estudio

El estudio es relevante para la formación de estudiantes de ingeniería, ya que fortalece sus habilidades de comunicación científica, esenciales para su desarrollo profesional. La divulgación efectiva del conocimiento técnico no solo contribuye a la transferencia de tecnología e innovación, sino que también mejora la percepción pública de la ciencia y fomenta el interés en la investigación.

Además, la evaluación del impacto de Radio ISA permitirá optimizar sus estrategias de comunicación y consolidarlo como un referente en la divulgación científica dentro de la ENCB y otras instituciones académicas. El estudio también ofrece información valiosa para el diseño de nuevos espacios de comunicación que fortalezcan la integración entre la comunidad universitaria y el sector profesional.

Como referencia de programas similares se encuentra uno de los proyectos más destacados en el Instituto Politécnico Nacional es Radio IPN "Covalencias", un programa que busca acercar la ciencia a la comunidad estudiantil y al público en general.

Dentro de las producciones de la UNAM se realiza el programa “La ciencia que somos, Iberoamérica al aire” el cual es un programa de una hora, transmitido en vivo desde la estación Radio UNAM. En el cual se realizan entrevistas, mesas redondas, encuestas, capsulas, etcétera.

Siguiendo esta línea, Radio ISA se propone como una iniciativa complementaria, centrada en la divulgación de proyectos de la comunidad académica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB).

METODOLOGÍA

La comunicación científica es un campo en constante evolución en el que se han desarrollado múltiples estrategias para mejorar la divulgación del conocimiento. Estudios previos han demostrado que los medios de comunicación juegan un papel fundamental en la socialización del conocimiento académico, facilitando su comprensión y aplicación en distintos contextos

(Bucchi y Trench, 2021). Asimismo, investigaciones como las de Besley y Nisbet (2013) han identificado la importancia de los formatos accesibles para fomentar la participación de la audiencia en temas científicos.

El modelo de comunicación de Radio ISA se fundamenta en la teoría de la divulgación científica de Burns, O'Connor y Stocklmayer (2003), quienes destacan la necesidad de transformar el conocimiento especializado en información clara y comprensible para el público general. También se retoman principios de comunicación efectiva en ciencia e ingeniería, como los propuestos por Treise y Weigold (2002), que enfatizan la importancia de la narrativa y el uso de ejemplos prácticos para aumentar el impacto de los mensajes científicos.

Alcance y diseño de la investigación

Para responder a la necesidad de fortalecer la divulgación científica dentro de a comunidad académica, se creó el programa "Radio ISA". Es una iniciativa radiofónica trasmitida en audio y video.

El programa cuenta con el siguiente formato y estructura del programa

- Formato: Programa radiofónico con transmisión en vivo desde la Sala "Sociedad y medio ambiente" del Edificio de Ingeniera en Sistemas Ambientales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional.
- Duración: Una hora dividida en cuatro segmentos de 15 minutos.
- Frecuencia: Emisión semanal.
- Público objetivo: Comunidad estudiantil, docentes y público en general interesado en la divulgación científica.

Métodos de selección de temas y entrevistados

La selección de temas se basa en función de las líneas de investigación de los invitados, priorizando aquellos proyectos con impacto social, ambiental y tecnológico, así como iniciativas estudiantiles relevantes. Los entrevistados incluyen alumnos, egresados y docentes con experiencia en investigación o participación en proyectos innovadores.

La metodología para contactar se realiza mediante una invitación formal, la cual puede gestionarse de forma directa o a través de un intermediario que conecte a RADIO ISA con el invitado en cuestión. Dicha estrategia fomenta las alianzas entre el propio cuerpo estudiantil, docente y posgrado, lo cual genera un efecto de "bola de nieve" ampliando la red de contactos y facilitando futuras colaboraciones.

Recolección y procesamiento de datos

Para garantizar la calidad del contenido y su correcta difusión, se emplean las siguientes herramientas tecnológicas:

- Plataformas de transmisión: "La Sanfe Radio" página web (www.lasanfe-radio.com.mx) y Facebook Live (Facebook).
- Grabación y edición: Software de edición de audio y video para mejorar la calidad del contenido.
- Redes sociales: Facebook y pagina web.

Así mismo, se diseñaron materiales promocionales como flyers para anunciar cada emisión, los cuales se difunden a través de redes sociales y en las páginas oficiales del Comité Ambiental y la Jefatura de Ingeniería en Sistemas Ambientales. Así se incrementa el alcance del programa y participación del público objetivo.

RESULTADOS

Impacto del programa

Desde su lanzamiento, Radio ISA ha logrado consolidarse como un espacio de referencia para la comunidad estudiantil. La audiencia ha crecido de manera constante, alcanzando un promedio de 500 espectadores acumulados de las transmisiones que se encuentran en la página de Facebook.

Ejemplos de episodios destacados

A lo largo de su desarrollo Radio ISA ha producido episodios que han captado el interés de la audiencia y han contribuido significativamente a la divulgación científica dentro de la comunidad académica. Cada episodio se ha centrado en temáticas relevantes de diversas áreas del conocimiento, permitiendo a los oyentes conocer investigaciones innovadoras y sus aplicaciones prácticas.

A continuación, se mencionan algunos ejemplos:

Entrevista al Dr. Oscar Prado.

El día 28 de febrero de 2025 se contó con la participación del Dr. Oscar Prado, CEO de Aeris tecnología ambiental, y se abordó el tema de la creación de una empresa. En materia de la ingeniería en sistemas ambientales, el tener un punto de referencia de alguien que ya haya pasado por los problemas habituales que se esperarían tener al tener un proyecto como este, sirvió para que todos los radioescuchas tengan un panorama más realista antes de adentrarse en un mundo tan retador como lo es el emprendedurismo.

Entrevista a la ISA. Diana Mena

La entrevista realizada el día 4 de febrero de 2025 acerca del panorama en del campo laboral de egresados y titulados de la carrera ingeniería en sistemas ambientales. Se abordo el contexto de cómo se percibe un egresado de ISA además de las estrategias de cómo obtener una buena posición laboral y las principales diferencias de los perfiles de los egresados de la carre con respecto a otras.

Opiniones del programa

- El programa me resulta sumamente interesante debido a la diversidad de invitados que participan, cada uno con experiencias y trayectorias enriquecedoras que contribuyen a la difusión del conocimiento en el ámbito ambiental. Además, considero que esta iniciativa es fundamental para generar conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad y la preservación del medioambiente, favoreciendo así a las generaciones futuras y promoviendo un cambio positivo en el entorno.

  -Ofelia Cristóbal (radio escucha)

- Tuve una grata experiencia al asistir como invitada en radio ISA, es un espacio muy interesante dónde se tocan temas de interés ambiental desde el punto académico y social, lo que permite difundir el conocimiento de una manera clara y fácil de entender permitiendo que el público conozca las problemáticas actuales y los desafíos que se enfrentan y la contribución que hace el instituto Politécnico nacional antes dichas problemáticas.

  -Mtra. Ivonne Bonilla (invitada)

- Radio ISA ha sido una experiencia increíble para mí como conductora. Es un espacio dinámico y enriquecedor que permite conectar la ciencia con la audiencia de una manera accesible y entretenida. La posibilidad de compartir conocimientos y fomentar la curiosidad en un formato tan cercano hace que la divulgación científica sea mucho más efectiva. Me parece un programa valioso, ya que contribuye a hacer la ciencia más comprensible y atractiva para el público en general.

  -Jimena Moranchel (conductora)

CONCLUSIONES

Radio ISA ha demostrado ser una herramienta fundamental para la divulgación científica dentro de la comunidad académica. A través de este medio, se ha logrado acercar el conocimiento generado en las aulas y laboratorios a un público más amplio, fomentando el interés en la investigación y fortaleciendo la interacción entre estudiantes, docentes e investigadores.

Uno de los principales beneficios de este proyecto es su contribución a la democratización del conocimiento, permitiendo que temas científicos y tecnológicos sean comprensibles y accesibles para una mayor audiencia. Además, Radio ISA ha incentivado el desarrollo de habilidades comunicativas en los participantes, promoviendo la capacidad de los investigadores para expresar sus ideas de manera clara y efectiva.

El impacto de Radio ISA ha sido notable en diversos aspectos. Es un espacio inclusivo donde los investigadores pueden compartir sus experiencias y hallazgos, fomentando así una cultura científica más accesible. También ha servido como un puente entre la comunidad académica y la sociedad, contribuyendo a mejorar la percepción pública de la ciencia y la tecnología.

Para mejorar y expandir el impacto de Radio ISA, se recomienda la integración de nuevas estrategias de difusión, como la creación de contenido en formato de pódcast y la colaboración con otras instituciones educativas. Asimismo, sería beneficioso incorporar más herramientas de análisis de audiencia para evaluar la efectividad de los programas y mejorar su alcance. La implementación de un archivo digital de entrevistas y episodios previos permitiría a la audiencia acceder a contenidos pasados y fortalecer el legado del programa.

En el futuro, Radio ISA puede consolidarse como un referente en la divulgación científica a nivel universitario, inspirando a nuevas generaciones a involucrarse en la investigación y contribuyendo a una sociedad mejor informada y comprometida con el desarrollo científico y tecnológico. Así mismo, la ampliación de su alcance a nivel nacional e internacional, con la participación de investigadores de diversas disciplinas y regiones, fortalecería la red de colaboración académica y fomentaría el intercambio de conocimientos.

Otro aspecto clave en la evolución de Radio ISA es la diversificación de sus formatos y plataformas de difusión. La incorporación de videos cortos con resúmenes de episodios, la realización de transmisiones en vivo con interacción del público y la integración de redes sociales más dinámicas podrían fortalecer la conexión con la audiencia. De igual manera, la formación de alianzas con medios de comunicación científicos y tecnológicos ayudaría a aumentar la visibilidad del proyecto.

En conclusión, Radio ISA representa un modelo innovador y exitoso de comunicación científica dentro del ámbito académico. Con el adecuado fortalecimiento de sus estrategias de difusión y diversificación de sus contenidos, tiene el potencial de convertirse en una plataforma clave para la divulgación de la ciencia, que promueva el acceso abierto al conocimiento, el cual fomente la participación de la comunidad en el desarrollo científico y tecnológico.

Beneficios de Radio ISA en la comunidad universitaria

- Fomenta la divulgación científica y el interés por la investigación.
- Facilita la interacción entre estudiantes, docentes y expertos.
- Contribuye al desarrollo académico y profesional de los participantes.

Posibles mejoras y expansión del proyecto

- Implementación de nuevos formatos como pódcast para mayor accesibilidad.
- Ampliación de la difusión en plataformas digitales.
- Vinculación con otros programas de divulgación y redes académicas.
- Realización de conexiones remotas para extender la posibilidad de entrevistas nacionales e internacionales.

Futuro del programa y su contribución a la divulgación científica

Radio ISA aspira a consolidarse como un referente en la divulgación científica dentro y fuera de la ENCB, promoviendo el acceso a la ciencia y el conocimiento para un público más amplio.

BIBLIOGRAFÍA

Besley, J. C., & Nisbet, M. C. (2013). How scientists view the public, the media, and the political process. *Public Understanding of Science, 22*(6), 644–659. https://doi.org/10.1177/0963662511418743

Bucchi, M., & Trench, B. (Eds.). (2021). *Routledge handbook of public communication of science and technology* (3rd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003039242

Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science, 12*(2), 183–202. https://doi.org/10.1177/09636625030122004

Treise, D., & Weigold, M. F. (2002). Advancing science communication: A survey of science communicators. *Science Communication, 23*(3), 310–322. https://doi.org/10.1177/107554700202300306

PROMOCIÓN DE LA MUJER EN LA INGENIERÍA MEDIANTE LA FORMACIÓN DE UN CAPÍTULO ESTUDIANTIL

PROMOTING WOMEN IN ENGINEERING THROUGH THE FORMATION OF A STUDENT CHAPTER

L. A. Pérez Carrillo[1]
E. Michel Valdivia[2]
C. Martínez Cárdenas[3]
B. Venegas Ruiz[4]

RESUMEN

La participación de la mujer en las instituciones de educación superior de ingeniería ha sido históricamente baja, y aunque en los últimos años ha incrementado lenta y paulatinamente, aún no alcanza una equidad de participación con respecto a los hombres. Una de las causas de esta baja participación, es la falta de identificación con el entorno académico de las ingenierías, debido a la gran participación de hombres, por lo que crear espacios de convivencia entre mujeres que estudian estas carreras, como las asociaciones o capítulos estudiantiles donde las estudiantes puedan sentirse con la libertad de desarrollar todas sus capacidades en áreas de ingeniería, puede propiciar una mayor participación. Así mismo, si un capítulo está afiliado a un organismo internacional provee varios beneficios a las alumnas, como lo son poder entablar relación con estudiantes y egresadas de otras instituciones internacionales, mejorar sus habilidades de comunicación en una segunda lengua, obtener becas y apoyos internacionales, entre otros. En este trabajo se describe la experiencia de la formación de una asociación de mujeres alumnas de carreras de ingeniería, que genera beneficios como el incremento de la participación de más mujeres en las actividades académicas, la mejora de las competencias blandas y el incremento del rendimiento escolar.

ABSTRACT

The participation of women in higher engineering education institutions has historically been low. Although it has gradually increased in recent years, gender parity has yet to be achieved. One of the main reasons for this low women participation is their lack of identification with the academic environment in engineering, as male students represent the majority. Creating spaces for interaction among female engineering students, such as student associations or chapters where women feel free to develop their full potential in engineering fields, can encourage greater participation. Additionally, if a chapter is affiliated with an international organization, it provides several benefits, including opportunities to connect with students and graduates from other institutions worldwide, improve communication skills in a second language, access scholarships and international support, among others. This study describes the experience of forming an association of female engineering students, highlighting its benefits, such as increased participation in academic activities, improvement of soft skills, and enhanced academic performance.

ANTECEDENTES

La matrícula de mujeres en carreras de ciencia, relacionadas con la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) es menor que la de hombres; en 2022 en México se reportó un 33% de mujeres que estudian estas carreras (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2022).

[1] Profesora del Departamento de Ingeniería Química lourdes.pcarrillo@academicos.udg.mx
[2] Coordinador de la Carrera de Ingeniería Química del CUCEI, enrique.michel@cucei.udg.mx
[3] Coordinadora de la Carrera de Ing. en Alimentos y Biotecnología del CUCEI, cristina.mcardenas@académicos.udg.mx
[4] Profesora del Departamento de Farmacobiología, beatriz.venegas@academicos.udg.mx

La desigualdad de género en el campo laboral es un factor que afecta la selección de carrera para las mujeres; de acuerdo a Hernández y Hernández (2023) y, en México, para las egresadas de carreras de ingenierías, los principales desafíos percibidos en el entorno laboral son la discriminación, la violencia de género, la masculinización del ambiente y la maternidad, como una desventaja en relación a los hombres; esto aunado a las deficiencias de formación en matemáticas que presentan egresados y egresadas. Por otra parte, en este estudio se menciona que una manera de contrarrestar esto, es implementar programas de mentoría que desarrollen liderazgo en las futuras egresadas y que impliquen la participación organizada de mujeres que hayan superado estos retos, lo cual apoya a cubrir la alta demanda de profesionistas STEM en el sector profesional.

La identificación de un individuo respecto a un grupo u organización, como puede ser una institución educativa, como la Universidad, se denomina sentido de pertenencia. La generación del sentido de pertenencia en el estudiantado es vital para favorecer su desempeño académico y posterior inserción social y laboral exitosa (Martínez et al., 2014). Este sentido de pertenencia significa que el estudiante se siente integrado a su institución educativa y parte de su comunidad, lo cual previene el abandono escolar, principalmente en los primeros semestres (Maluenda et al., 2022).

El sentido de pertenencia difiere entre hombres y mujeres; el estudio de González-Campos et al. (2023) encontró que en las mujeres el ámbito psicológico-social (relaciones interpersonales y apoyo emocional) influye más en su sentido de pertenencia y que no les estimula tanto el ambiente académico; mientras que en los hombres, para generar un sentido de pertenencia, es más importante el ambiente académico, relacionado con la calidad de la enseñanza y los recursos educativos, sin importar las condiciones físicas del ambiente universitario. Por lo tanto, un entorno positivo en el área psico-social y emocional, como el que se genera en asociaciones estudiantiles, puede aumentar la satisfacción estudiantil y la probabilidad de éxito académico y personal para las alumnas de carreras STEM, dentro de entornos predominantemente masculinos.

Dentro de las comunidades de alumnos que se forman a nivel universitario, existen los llamados “Capítulos estudiantiles”. Es difícil conocer cuando se formaron estas primeras agrupaciones, debido a la falta de documentos al respecto, pero si se considera que el ser humano tiene la tendencia a asociarse; se podría pensar que estas congregaciones se llevan a cabo desde el inicio de la educación formal; en nuestro país (México) se tiene registrado que entre septiembre y octubre de 1921 se celebró en la ciudad de México el Primer Congreso Internacional de Estudiantes (Moraga, 2014)

La formación del capítulo estudiantil Society of Women Engineers (SWE) del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara (UdeG), surgió a propuesta de la Dra. Sarah T. Harding, académica de la Universidad Politécnica Estatal de California (Cal Poly), quien propuso a las autoridades del CUCEI la formación de este capítulo, a quienes les interesó la propuesta y designaron como enlace y responsable a la Dra. Lourdes Adriana Pérez Carrillo, profesora del Departamento de Ingeniería Química. El objetivo de este capítulo estudiantil es brindar a las estudiantes de carreras STEM del CUCEI un espacio de desarrollo, con la oportunidad de afiliarse a una

asociación internacional ya que SWE es “la mayor defensora y catalizadora del cambio para las mujeres en la ingeniería y la tecnología del mundo” (Society of Women Engineers, s.f.).

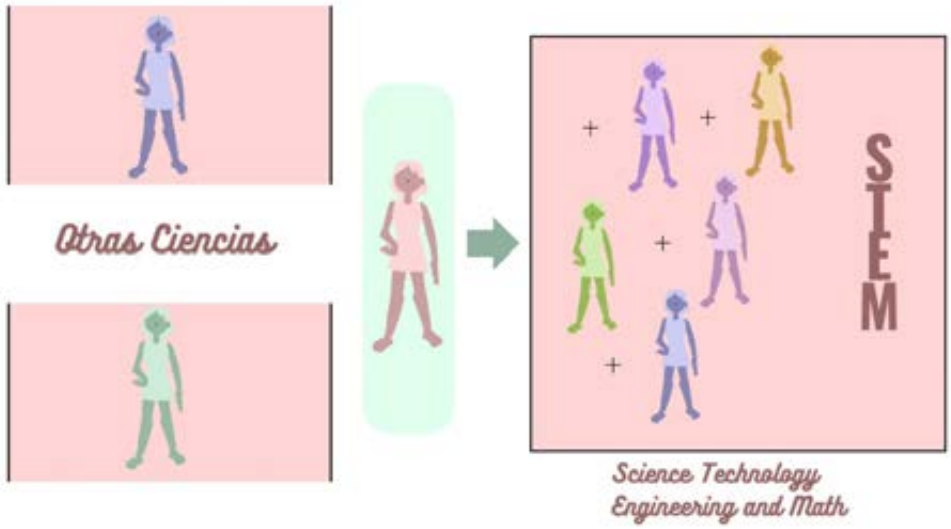
La Dra. Harding realizó una estancia por dos meses en 2024, por lo que, en febrero de ese año se inició el proceso de formación y gestión del capítulo, cumpliendo con los requisitos y la documentación correspondiente, integrándose e iniciando actividades en el CUCEI el 27 de febrero; dichas actividades se describen en la metodología. El proceso de gestión ante el Cal Poly continuó hasta generarse el certificado correspondiente el 26 de septiembre de 2024, el cual puede observarse en la Figura 1.

Figura 1. *Certificado de afiliación del capítulo SWE-CUCEI-UdeG.*

Los beneficios del capítulo estudiantil SWE son conjuntos para las alumnas del CUCEI y del Cal Poly, entre los cuales, están actividades programadas, red de acercamiento a las raíces culturales latinas y la práctica del inglés.

La hipótesis de este trabajo es que la formación de un capítulo estudiantil permite la evolución de estudiantes que históricamente se han desarrollado individualmente en otras ciencias o disciplinas como las administrativas, sociales y humanidades, hacia estudiantes organizadas que, a través del sentido de pertenencia, enfrentan mejor los retos de las disciplinas STEM, en la Figura 2 se muestra de manera grafica la hipótesis. A partir de ella surgen las preguntas: ¿Este capítulo estudiantil de mujeres, propicia el incremento de su participación en actividades que apoyan su desarrollo académico en las ciencias exactas e ingenierías? y ¿Tiene impacto en su rendimiento escolar? El objetivo de este trabajo es demostrar la influencia de la organización de alumnas para incrementar su participación en actividades relacionadas con las disciplinas de ingeniería y el impacto en su rendimiento escolar.

Figura 2. *Hipótesis sobre la sinergia entre mujeres que estudian carreras STEM.*



METODOLOGÍA

Se ha observado a lo largo de los años que el pertenecer a capítulos estudiantiles tiene diversas ventajas en el desarrollo de los estudiantes, como lo son: el desarrollo de habilidades de liderazgo y habilidades profesionales como el trabajo en equipo y gestión de proyectos (Thomas et al., 2013); se fomenta la participación ciudadana y formación de valores, se facilita la creación de redes de contacto profesional y académico del área de interés, así mismo los capítulos estudiantiles suelen ofrecer acceso a becas, estancias de investigación, eventos académicos, programas de mentorías, etc., y se ha notado una mejora en el rendimiento académico de los miembros.

Con base en lo anterior, se desarrolló la propuesta metodológica para este trabajo fundamentada en la percepción de las alumnas miembros. La influencia del capítulo se analizó desde dos estrategias; la primera fue llevar a cabo una encuesta a las alumnas mediante un formulario Google para recabar su opinión sobre como el capítulo ha influido en su vida académica y la segunda analizó su avance académico y calificación promedio.

Cabe señalar que, aunque el capítulo cuenta actualmente con más de 30 miembros, para este estudio solo se consideraron 14, que participaron continua y activamente durante el año 2024, en los eventos que se enlistan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Lista de eventos en los que participaron activamente las alumnas del capítulo durante el 2024.*

No.	Evento y participación de las alumnas	Periodo de 2024
1	Feria de Posgrados del CUCEI: Promoción del capítulo dentro de la feria y las alumnas pudieron conocer los programas de posgrado que se ofertan en CUCEI.	25 de abril
2	Festival CUCEI de Ciencia y Tecnología para Niñas y Niños: apoyo a los talleristas y promocionaron el capítulo estudiantil.	26 de abril
3	Visita a las instalaciones el Instituto Transdisciplinar de Investigación y Servicios (ITRANS) de la UdeG.	3 de mayo
4	Curso de Protección Civil: preparación sobre manejo de incendio y primeros auxilios.	27, 28, 29 y 31 de mayo y el 3 junio
5	Curso de Pitch	30 de mayo
6	Talleres de Ciencia para Niños: organización e impartición de talleres	1 de junio
7	Beca Santander, "Iniciativas para la equidad, diversidad e inclusión": participación y selección de 5 alumnas como finalistas.	6 de agosto
8	Club de Lectura: lectura de varios libros.	30 de septiembre
9	Desfile del Aquelarre del CUCEI: elaboración de un carro alegórico.	31 de octubre
10	Programa de PenPal: comunicación con alumnas del Cal Poly.	16 de noviembre
11	Ciclo de conferencias "Mujeres en Ingeniería: Inspiración y Conexión": organización de un ciclo de 5 conferencias con mujeres exitosas.	21 de noviembre
12	Organización del evento de Networking: Organización de mesas redondas con la participación de alumnas, egresadas, profesoras y empresarias.	29 de noviembre

Respecto a la primera estrategia, en la Tabla 2 se muestra el instrumento de encuesta aplicado mediante el formulario Google a las alumnas del capítulo estudiantil.

Tabla 2. *Cuestionario para conocer la percepción de las alumnas miembros del capítulo SWE-CUCEI-UdeG.*

No.	Pregunta
1	Datos personales
2	Carrera
3	Ciclo de ingreso a la carrera
4	¿Qué te motivó a participar en el capítulo SWE?
5	¿Ha cumplido con tus expectativas el capítulo SWE?
6	¿Por qué de tu respuesta anterior?
7	De las actividades que se han tenido en el capítulo SWE ¿en cuales has participado? (tabla 1).
8	Tu participación en estas actividades contribuyo en tu formación académica en qué grado, poco, más o menos, mucho.
9	Has notado si la participación en este capítulo te ha beneficiado en tus cursos académicos
10	Si consideras que la participación en el capítulo ha tenido beneficios en tus cursos académicos menciona ¿cuáles cursos?

La segunda estrategia consistió en hacer un análisis del avance académico de las alumnas, el cual se realizó utilizando dos datos principales: el porcentaje de avance en créditos y el promedio global de calificaciones en los ciclos escolares 2023B (base), 2024A y 2024B.

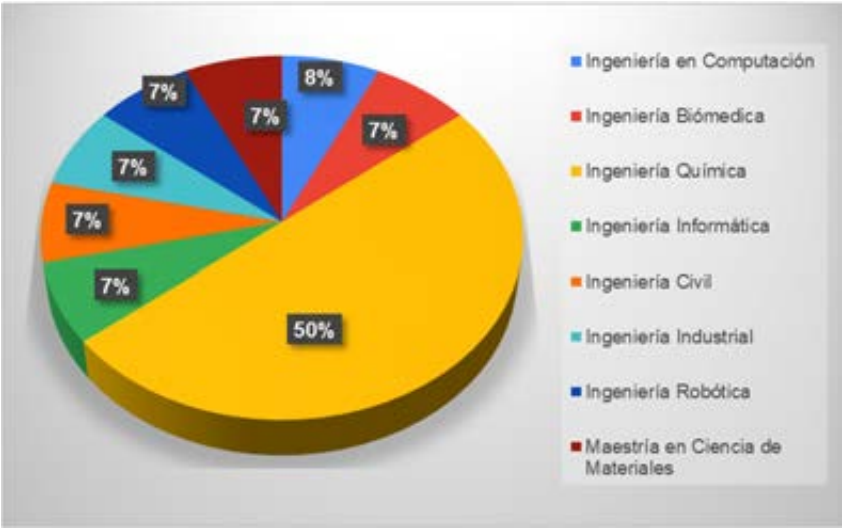
Por otra parte, una tercera estrategia, que apenas inicia, es el uso de un programa de PenPal (programa de amigos por correspondencia), programa en conjunto con las alumnas del CUCEI y del Cal Poly, de San Luis Obispo, California, que es un programa que tiene la

intención de que las alumnas del Cal Poly pertenecientes a SWE, especialmente las de ascendencia latina, se acerquen a sus raíces y así mismo practiquen su español, mientras que las alumnas miembros del capítulo de CUCEI practiquen su inglés y formen relaciones internacionales; este programa se está iniciando y con la encuesta realizada se espera mayor información al respecto.

RESULTADOS

La Figura 3 muestra la carrera a la cual pertenece cada una de las alumnas, como puede observarse, la mayoría de las alumnas son de la carrera de ingeniería química, esto puede deberse a que la profesora responsable es de esta área y las alumnas al conocerla se sienten más identificadas.

Figura 3. *Perfil del capítulo.*



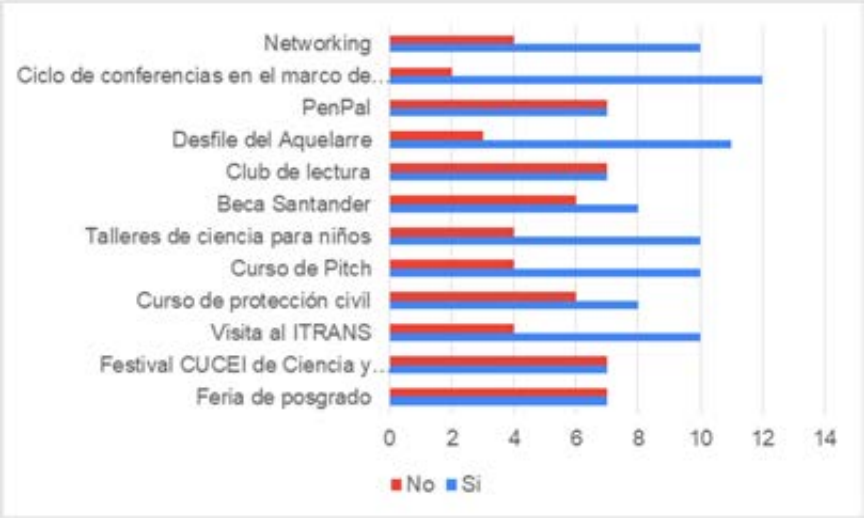
Las respuestas a la pregunta 4 "¿Qué te motivó a participar en el capítulo SWE?", dan una perspectiva muy interesante de lo importante que es para las alumnas de carreras STEM el tener un espacio donde se sientan seguras, puedan incrementar sus conocimientos y puedan apoyarse entre ellas y a más mujeres.

Respecto a la pregunta 5 "¿Ha cumplido con tus expectativas el capítulo SWE?" El 100% de las encuestadas respondió con un rotundo "Sí", cuando se detalla el porqué, responde que a pesar de que el capítulo tiene poco de haberse conformado, está cumpliendo con las expectativas de las integrantes. Respecto al "¿Por qué?" de esta respuesta, se puede resumir en que les ha permitido crecer, conocer y apoyar a otras mujeres, conocer nuevas posturas y sobre todo, hacer actividades enriquecedoras y que aportan a su formación.

La Figura 4 muestra la participación de las alumnas en las actividades del capítulo. El evento con mayor asistencia fue el ciclo de conferencias de Networking. Las primeras actividades, como la Feria de Posgrados y el Festival CUCEI de Ciencia para Niños y Niñas, generaron gran entusiasmo. El evento PenPal, realizado al final del semestre 2024B, tuvo buena

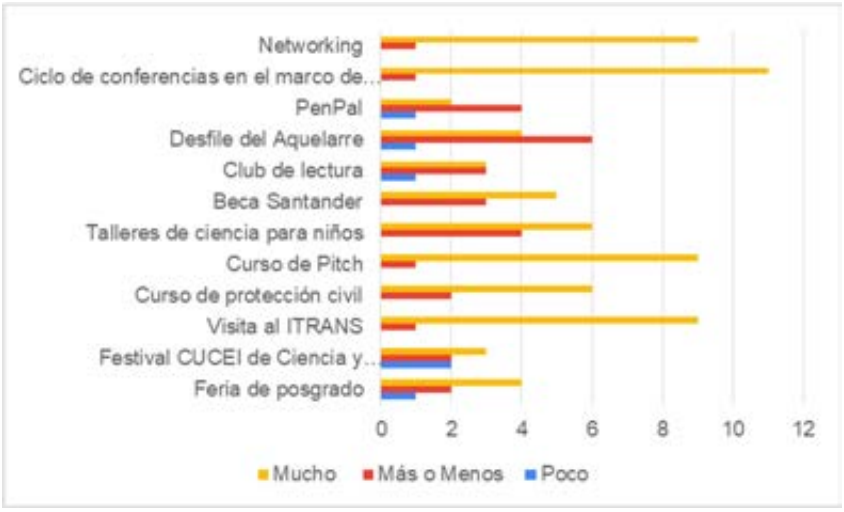
participación a pesar del cierre de cursos, y se espera un aumento gradual en futuras ediciones.

Figura 4. *Participación en eventos realizados dentro del capítulo durante el ciclo 2024B.*



La figura 5 presenta el aporte de las actividades realizadas en el capítulo a la formación de las alumnas. Como se puede observar, la mayoría de las alumnas consideran que las actividades han contribuido mucho en su formación, excepto en el programa PenPal, que está en una fase inicial.

Figura 5. *Aporte en la formación de las estudiantes de acuerdo a su perspectiva de cada una de las actividades realizadas dentro del capítulo.*



Con respecto a las preguntas 9 y 10 "¿Has notado si la participación en este capítulo te ha beneficiado en tus cursos académicos?" y ¿"En cuáles?", el 86% de las alumnas afirmó que participar en el capítulo ha beneficiado sus cursos académicos; destacaron mejoras en

habilidades blandas como trabajo en equipo y comunicación, facilitadas por exposiciones y mayor lectura. Además, mencionaron beneficios en disciplinas que requieren planeación y estrategia, como programación y prácticas profesionales.

En relación a estos beneficios percibidos por las estudiantes, un estudio de Hernández et al. (2024) señaló la importancia de adecuar la enseñanza de la ingeniería a los retos actuales mediante la incorporación de prácticas como los intercambios académicos y culturales con otras universidades, perfeccionamiento de un segundo idioma, programas de desarrollo holístico del estudiante y generación de espacios para la innovación y desarrollo tecnológico; actividades desarrolladas por el capítulo SWE.

En 2024, el avance académico de las alumnas del capítulo mostró mejoría. En el ciclo 2024A, cuando iniciaron su participación, el 64% tuvo un aumento promedio de 5.37 puntos porcentuales de créditos respecto a 2023B. Para 2024B, el 71% presentó un incremento promedio de 8.58 puntos porcentuales en comparación con 2024A. Estos datos sugieren una mejora en el registro y cobertura de la carrera dentro del capítulo en ambos ciclos escolares como se puede ver en la Tabla 3.

Tabla 3. *Comparación del avance académico de las alumnas integrantes del capítulo SWE-CUCEI-UdeG, de 2024 vs. 2023.*

Alumna	% Avance[1] 23B	% Avance 24 A	% Avance 24 B	Incremento[2] 24A	Incremento 24B	% Incremento global Avance[3]
1	13.33	15.73	18.93	2.4	3.2	21.33
2	10.94	11.8	12.66	0.86	0.86	13.52
3	10.05	10.05	8.37	0	-1.68	8.37
4	9.09	10.53	7.66	1.44	-2.87	9.1
5	0	33.8	33.8	0	0	67.6
6	9.33	5.98	8.61	-3.35	2.63	5.26
7	12.18	8.63	13.71	-3.55	5.08	10.16
8	16.11	12.58	13.47	-3.53	0.89	9.94
9	15.07	11	11.48	-4.07	0.48	7.41
10	11.54	23.35	12.36	11.81	-10.99	24.17
11	11.48	10.29	10.29	-1.19	0	9.1
12	11.11	14.71	17.12	3.6	2.41	20.72
13	10.05	11	8.37	0.95	-2.63	9.32
14	0	0	11.2	0	11.2	11.2
			Promedios:	5.37	8.58	16.23
				64%	71%	

[1]% Avance en créditos en un semestre.
[2]Incremento del avance en créditos respecto al ciclo anterior, en puntos porcentuales.
[3]Diferencia entre avances entre los años 2023 y 2024, en % de créditos.

La Tabla 4 muestra el rendimiento escolar de las alumnas del capítulo en 2024, con base en su promedio de calificaciones. El 57% mejoró su promedio respecto a 2023B, y el promedio global aumentó 0.53 puntos, lo que sugiere una mejora en el rendimiento escolar, que aunque algunas alumnas no lograron mejorar, se observa una tendencia a mantener sus promedios, considerados altos en sus respectivas carreras de las áreas de las ciencias e ingenierías.

Tabla 4. *Comparación del promedio de calificaciones alumnas integrantes del capítulo SWE-CUCEI-UdeG, de 2024 vs. 2023.*

Alumna	Promedio Calificaciones 23B[1]	Promedio Calificaciones 24A	Promedio Calificaciones 24B	Incremento 24[a]	Incremento 24B	Incremento Global Promedio
1	91.55	92.02	**92.46**[2]	0.47	0.44	0.69
2	94.97	94.85	94.21	-0.11	-0.64	-0.43
3	94.31	94.19	**94.48**[2]	-0.12	0.29	0.02
4	88.14	87.78	87.54	-0.36	-0.24	-0.48
5	-	86.51	88.38	-	1.87	1.87
6	88.42	89.05	**88.76**[2]	0.63	-0.29	0.49
7	82.04	82.93	**87.78**[2]	0.88	4.85	3.31
8	90.67	92.00	92.19	1.33	0.19	1.43
9	92.45	92.46	**92.90**[2]	0.01	0.44	0.23
10	94.74	95.05	**95.54**[2]	0.31	0.49	0.56
11	94.21	93.47	93.63	-0.73	0.16	-0.66
12	85.70	86.34	**87.43**[2]	0.64	1.09	1.19
13	93.21	92.43	**92.31**[2]	-0.78	-0.12	-0.84
14	-	-	86.33	-	-	-
Promedios globales	90.87	90.70	**91.00**[2]	0.15	0.61	0.53

[1]Escala de 0 a 100.
[2]Incremento en el promedio.

Estos resultados coinciden con los del estudio de Martínez-Galaz (2022), en el cual se encontró que el apoyo entre redes de mujeres estudiantes de ingenierías incide positivamente en su progresión académica, por lo que señalan la importancia de promover y formalizar estos espacios, como puede ser mediante la creación de capítulos estudiantiles.

CONCLUSIONES

La formación del capítulo estudiantil SWE-CUCEI-UdeG, sí propicia la participación de sus integrantes en actividades que apoyan su desarrollo académico, observado por su auto-percepción, que reconoce la mejora en sus competencias de comunicación, trabajo en equipo, trabajo colaborativo y vinculación con el entorno.

Se identificó además que sí tiene un impacto positivo el rendimiento escolar de las integrantes del capítulo, demostrado en la mayoría, con base en su avance académico de sus carreras y de sus promedios de calificaciones a partir de su incorporación en las actividades del capítulo.

Se cumplió el objetivo de este trabajo, considerando la demostración en términos de resultados en competencias blandas y disciplinares por la influencia de esta la organización en las alumnas que la integran.

En futuros trabajos se explorará el impacto del uso de la red PenPal en la práctica de inglés y formación de relaciones internacionales.

BIBLIOGRAFÍA

González-Campos, J. A., Agredo-Morales, J. F., Campo Sánchez, M. D., Hernández Barrios, M. P., & Oviedo Tovar, N. L. (2023). El sentido de pertenencia y el compromiso estudiantil en el contexto de educación superior a distancia con mediación virtual. *Revista Educación, 47*(1), 59–78. https://doi.org/10.15517/revedu.v47i1.51663

Hernández Herrera, C. A., & Hernández Herrera, M. C. (2023). Revelando la brecha de género en STEM: Experiencias de mujeres egresadas de un Instituto Tecnológico Federal. *Acta Universitaria, 33*, 1–14. https://doi.org/10.15174/au.2023.3862

Hernández Molinar, R. I., Oviedo Tolentino, F., Arellano González, J. C., & Cerda Ávila, S. N. (2024). Algunas consideraciones en los procesos de enseñanza de la ingeniería en el nuevo milenio. *ANFEI Digital, 11*(16), 249–259. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/956

Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). (2023). *Mujeres en STEM en los estados*. IMCO. https://imco.org.mx/mujeres-en-stem-en-los-estados/

Maluenda Albornoz, J., Infante Villagrán, V., Osses, D., Cser, D., & Galve-González, C. (2022). Integración social en la universidad durante la pandemia: Predictores de la intención de abandono en estudiantes de primer año. *Revista de la Educación Superior (RESU), 51*(204), 101–116. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602022000400101&script=sci_abstract&utm_source=chatgpt.com

Martínez Pérez, L. C., Caraballo Ramos, Á. M., Pérez Cedeño, A. M., & Marcano Molano, C. del V. (2014). Sentido de pertenencia e inclusión social, desde las expectativas de los estudiantes de nuevo ingreso en la UDO Anaco. *Saber, 26*(4), 472–479. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622014000400012

Martínez-Galaz, C. P., del Campo, V. I., & Palomera-Rojas, P. V. (2022). Voces de mujeres en ingeniería: Experiencias académicas, obstáculos y facilitadores para permanecer en las carreras. *Formación universitaria, 15*(4), 59–68. https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000400059

Moraga Valle, F. (2014). Reforma desde el sur, revolución desde el norte: El Primer Congreso Internacional de Estudiantes de 1921. *Estudios de Historia Moderna y*

Contemporánea de México, (47), 155–195. https://doi.org/10.1016/S0185-2620(14)70337-8

Thomas, M., Inniss-Richter, Z., Mata, H., & Cottrell, R. R. (2013). Career development through local chapter involvement: Perspectives. *Health Promotion Practice, 14*(4), 480–484. https://doi.org/10.1177/1524839913479378

Society of Women Engineers. (s.f.) *Our promise*. https://swe.org/

APRENDIZAJE Y PRÁCTICA DE LA MANUFACTURA FLEXIBLE EN UNA EMPRESA TRASNACIONAL DE ARNESES

EXPERIMENTIAL LEARNING AND IMPLEMENTATIONS OF FLEXIBLE MANUFACTURING IN A TRANSNATIONAL HARNESSES ENTERPRISE

I. A. Schweminski Hernández[1]
E. Nigenda Asseburg[2]
V. Cruz Morales[3]

RESUMEN

El artículo presenta el proyecto integrador aplicando la manufactura flexible, para la carrera de ingeniería industrial. Cuyo objetivo es abordar el problema de la eficiencia insuficiente en la planta 1 de Leoni Mérida. Este problema es originado por la creciente demanda del cliente Lucid, una empresa dedicada a la producción de arneses para vehículos. La metodología SMF sirvió para adaptar la producción a las variaciones en diseño y volumen, reduciendo tiempos y costos. El enfoque metodológico comprende una evaluación meticulosa del flujo de producción, la detección de cuellos de botella y la implementación de Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs) para evaluar la flexibilidad y eficiencia del sistema. Dentro de este proyecto, el desempeño de la mujer en ingeniera resulta relevante, dado que su implicación activa potencia la diversidad de género y contribuye con innovaciones al sector. La experiencia evidenció una sinergia positiva entre la academia y la industria, evidenciando que la experiencia práctica del alumno tiene el potencial de maximizar la productividad y reducir las pérdidas financieras en la industria. Con este proyecto se corrobora la importancia del aprendizaje práctico en la educación de los ingenieros industriales.

ABSTRACT

The paper discusses the integrative project utilizing flexible manufacturing within the industrial engineering program. The purpose is to resolve the inefficiency problem at Plant 1 of Leoni Mérida. The problem arises from the increasing demand from the client Lucid, a company specializing in electric vehicle harnesses. The SMF methodology enables the adaptability of manufacturing to fluctuations in design and volume, therefore decreasing time and costs. The methodical strategy involves a thorough assessment of the production flow, identification of bottlenecks, and the application of Key Performance Indicators (KPIs) to evaluate the system's adaptability and efficiency. This project highlights the value of women's effectiveness in engineering, as their participation encourages gender diversity and drives innovation in the field. The experience illustrated a beneficial collaboration between academics and industry, showing that the student's practical experience could improve productivity and mitigate financial losses in the sector. This paper confirms the important role of experiential learning in the education of industrial engineers.

ANTECEDENTES

En la Universidad Anáhuac Mayab, el aprendizaje práctico desempeña un papel esencial en la formación de los ingenieros industriales, debido a que posibilita la aplicación de los conocimientos adquiridos en contextos reales y la resolución de problemas complejos en empresas de alcance global. La competencia para analizar, concebir e implementar soluciones innovadoras en contextos industriales es esencial para el robustecimiento de

[1] Estudiante de décimo semestre de la carrera de ingeniería industrial para la dirección. Universidad Anáhuac Mayab. 00428416@anahuac.mx
[2] Estudiante de décimo semestre de la carrera de ingeniería industrial para la dirección. Universidad Anáhuac Mayab. 00409680@anahuac.mx
[3] Profesor de planta de la escuela de ingeniería de la Universidad Anáhuac Mayab. victor.cruz@anahuacmayab.mx

habilidades técnicas y estratégicas. Este proyecto, implementado en Leoni Mérida, proporciona no solo la capacidad de abordar los desafíos inherentes a la producción avanzada, sino que también fomenta una perspectiva holística en la gestión de procesos y la optimización de recursos. Adicionalmente, la empresa Leoni se caracteriza por fomentar la incorporación de ingenieras en su equipo, fomentando de manera activa la diversidad de género y reconociendo el valor singular que el talento femenino contribuye al progreso tecnológico y a la innovación en el sector.

Este estudio tiene como objetivo que los estudiantes obtengan una perspectiva más extensa sobre la interrelación entre tecnología, producción y logística en el seno de una organización transnacional. Adicionalmente, en el marco del proceso académico, es imperativo divulgar los hallazgos mediante una publicación en inglés, garantizando así una comunicación eficaz del impacto generado. Esta capacidad no solo facilitará la validación de las mejoras implementadas, sino que también contribuirá al conocimiento en el campo de la manufactura flexible y la ingeniería industrial.

El sector automotriz se distingue como uno de los más rigurosos en cuanto a eficiencia, exactitud y capacidad de respuesta dentro de la cadena de suministro. Esto se atribuye a su elevada competitividad, en la que la demanda fluctúa de manera constante, y resulta esencial fusionar la producción en serie con la personalización para satisfacer las exigencias particulares de cada cliente. Dentro de este marco, Leoni, una corporación de renombre internacional en la implementación de soluciones para sistemas de cableado, desempeña un papel fundamental. Leoni no sólo proporciona arneses y cables de alta calidad, sino que también ha evidenciado una notable habilidad para adaptarse con prontitud a las fluctuaciones del mercado, gracias a su red global y a su pericia local.

La plantan de Leoni experimenta significativas dificultades operativas, con una reducción en la eficiencia del 87.1% en junio al 79.99% en julio. Esta situación ha resultado en pérdidas económicas considerables, que oscilan entre $559,685.01 en junio y $1,166,994.15 en julio. El principal desafío reside en la ausencia de adaptabilidad del sistema de producción vigente, concebido para un modelo de producción más predecible. Cada modificación en el diseño o en la cantidad de arneses demanda modificaciones manuales en la línea de producción, lo que implica un consumo de tiempo y recursos. Este escenario incide en la eficiencia, incrementa los costos e intensifica el peligro de incumplir plazos críticos, enfatizando la imperiosa necesidad de optimizar procesos y adoptar una perspectiva más adaptable.

El objetivo principal del proyecto es implementar un sistema de producción adaptable que permita a la instalación de Leoni en Mérida adaptarse con agilidad a las demandas fluctuantes de Lucid, lo que resultará en un incremento del 10% en el cumplimiento del plan de producción para mayo de 2025. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un examen meticuloso del proceso productivo vigente y se elaboró una estrategia de actualización tecnológica y formación del personal. La creación de un Sistema de Manufactura Flexible tiene como objetivo optimizar la respuesta de la planta ante las fluctuaciones en la demanda de arneses y minimizar las pérdidas económicas derivadas de los retrasos y retrabajos.

METODOLOGÍA

En el octavo semestre, en la asignatura "Procesos Esbeltos en Empresas de Servicios", se analizaron diversos sistemas empresariales orientados hacia la optimización y eficiencia de los procesos de producción. Con base en dicho aprendizaje y tal como se señala en el artículo "Fortaleciendo prácticas para la enseñanza de la logística ante disrupciones en la cadena de suministro" (Arriaga et al., 2024), se espera que los estudiantes de ingeniería estén versados en metodologías para la identificación, evaluación y mitigación de riesgos. Esto incluye la utilización de herramientas de evaluación de riesgos, la planificación de escenarios y la elaboración de planes de contingencia. Se optó por la implementación de un Sistema de Manufactura Flexible (SFM) en la planta de Leoni, dado que este modelo proporciona una mayor adaptabilidad y resistencia frente a las fluctuaciones en la demanda del mercado. La selección del Sistema de Manufactura Flexible se basa en su habilidad para incorporar tecnologías de vanguardia y mejorar la administración de la producción.

El Sistema de Manufactura Flexible (SFM) emergió en el Reino Unido en 1967, momento en el que Molins Company estableció el primer SFM, desarrollado con el objetivo de optimizar la eficiencia y flexibilidad en el proceso productivo (Shane, 2024). Un SFM incorpora tecnología de vanguardia, que abarca sistemas de transporte automatizados y dispositivos de control numérico por computadora, con el objetivo de producir una diversidad de productos con tiempos de procesamiento reducidos. De acuerdo con Groover (2015), un Sistema SFM se presenta como una opción óptima para sectores industriales como el automotriz y el aeroespacial que requieren una considerable flexibilidad, atribuible a su habilidad para reconfigurar y gestionar con celeridad diversas modalidades de producción.

Conforme a investigaciones recientes y protocolos estándar de la industria, implementamos sistemáticamente el sistema de manufactura flexible (SMF) para asegurar eficacia y flexibilidad. El sistema fue implementado de la forma siguiente:

Primera Etapa

Con el objetivo de identificar las ineficiencias y la ejecución de las operaciones cotidianas, se realizó un análisis detallado del flujo de producción actual de la planta se muestra en la Figura 1, se tomó como base el artículo “Impacto de las técnicas de manufactura esbelta en la industria de Ciudad Juárez” (Chávez, 2015). Este análisis estableció un fundamento sólido para el desarrollo de técnicas que se adaptaron a las fluctuaciones en la necesidad de LUCID, manteniendo simultáneamente una recolección de datos exacta y eficaz.

Figura 1. *Diagrama de flujo*.

Segunda Etapa

En esta fase, se llevaron a cabo análisis de las áreas del flujo de producción que presentan una mayor incidencia de ineficiencias o interrupciones, a las cuales se les asignó cuellos de botella. Se realizó un análisis cuantitativo de los ritmos de producción y los periodos de

inactividad con el objetivo de identificar estos momentos significativos, mismos que se pueden observar en la Tabla 1. En vista de que las variaciones en la demanda de LUCID constituían un serio desafío para la planta, se otorgó especial consideración a cómo estas áreas serían impactadas.

Tabla 1. *Identificación de cuellos de botella.*

Cuello de botella	Descripción	Impacto Estimado (%)
Preparación de Materiales	Aumentos inesperados en el volumen o variedad provocan demoras en el empaquetado y preparación de materiales para nuevas líneas de productos.	25%
Actualizaciones de etiquetas y configuraciones	Problemas para actualizar etiquetas y configuraciones en sistemas debido a cambios frecuentes de productos.	20%
Capacidad de estaciones y transportadores	Si la demanda supera la capacidad de los transportadores y estaciones para gestionar varias salidas a la vez, puede producirse congestión.	15%
Disponibilidad de equipos y herramientas	Falta de equipos específicos o tiempo excesivo para los ajustes necesarios debido a cambios en los productos demandados.	15%
Gestión de inventarios	Demoras en la logística interna provocadas por escasez de materiales esenciales o sobrecargas de almacenamiento provocadas por una demanda fluctuante.	10%
Personal y capacitación	Los operadores no están adecuadamente preparados para manejar cambios abruptos en la demanda, lo que puede generar errores o demoras.	10%

Tercera Etapa

Esta fase conllevó una evaluación meticulosa de cada variedad de arnés fabricados por la compañía. Este análisis se basó en la revisión de las secuencias de fabricación y la identificación de similitudes en los procesos y materiales utilizados. Conforme a lo señalado en la Tabla 2, se detallan los componentes fundamentales de un arnés eléctrico, sus funciones y atributos esenciales que aseguran la longevidad del sistema.

Tabla 2. *Descripción de los componentes.*

Componente	Descripción
	Cables o circuitos Fabricados con materiales como cobre o aluminio, con calibres específicos para una transmisión confiable.
	Conectores Se seleccionan en función de factores como el sellado, la resistencia a la vibración, la tolerancia a la temperatura y el tamaño.
	Terminales Esenciales para la fijación segura de los cables dentro de los conectores.
	Splices Se utilizan diversos métodos de soldadura, como la soldadura ultrasónica; cintas adhesivas o tubos termo retráctiles protegen la soldadura.
	Soportes Generalmente están hechos de plástico, pero a veces también de aluminio; están diseñados para funciones específicas y deben pasar pruebas de validación.
	Clips Clasificados por tipo de fijación y desplazamiento.
	Grommets Fabricados en caucho para guiar y cubrir los cables, sellando las aberturas para evitar la entrada de polvo y agua.
	Cintas Se utilizan para agrupar cables, ofreciendo protección adicional y estabilidad dentro del arnés.

LEONI fabrica diversos tipos de arneses; sin embargo, únicamente nueve de estos están confeccionados con los mismos materiales y ensamblados mediante el mismo procedimiento. Las únicas diferencias entre estos productos radican en su etiquetado y sus correspondientes destinos de envío, en los que cada etiqueta especifica un destino distinto, asegurando así una entrega exacta en diversas ubicaciones. Este enfoque optimizado en la utilización de materiales y ensamblaje incrementa notablemente la eficiencia productiva y, simultáneamente, cumple con una variedad de requerimientos logísticos.

Cuarta Etapa

Se optó por la implementación de un Indicador Clave de Rendimiento (KPI) de cambio de tiempo con el objetivo de identificar qué producto requería un periodo de transición más extenso. Este Indicador Clave de Rendimiento (KPI) evaluó la eficiencia en la producción de cada producto, facilitando un análisis más detallado de la distribución de recursos y las oportunidades de optimización del flujo de trabajo. Estos criterios posibilitarían una evaluación objetiva y sistemática del sistema (Rodríguez & Gallardo, 2016).

KPI Flexibilidad de la producción del transportador

Este parámetro cuantifica la habilidad del transportador para ajustarse con flexibilidad a las fluctuaciones de la demanda, asegurando que la producción se mantenga eficaz y en sincronía con los objetivos mensuales establecidos. El propósito es que el sistema facilite la producción constante de arneses mediante procesos análogos, permitiendo cambios de producto sin comprometer la eficiencia.

Fórmula de KPI

Eficiencia de Cambio de Producto (ECP)

Eficiencia de cambio = (Objetivo *de Cambio / Cambio en Tiempo Real*) * *100*

- Tiempo de cambio ideal: Tiempo esperado para cambiar de un producto a otro en la cinta transportadora (sin afectar la producción).
- Tiempo de cambio real: Tiempo real que se tarda en hacer el cambio.

Eficiencia de Flexibilidad (EF)

Eficiencia de Flexibilidad = (Producido */ Planeado) * 100*

Donde:

- Producción durante el cambio de demanda: Número de unidades efectivamente producidas durante la implementación de un cambio.
- Producción esperada: Producción planificada para el período de cambio sin ningún ajuste.

KPI de Flexibilidad del Transportador (KPI-FC)

Flexibilidad del transportador = (Eficiencia *de Cambio – Eficiencia Flexible)* / *2*

Objetivo: Al menos 80% mensual para asegurar la flexibilidad y velocidad del FMS en la adaptación a los cambios.

Interpretación

- 80% o más: El transportador está cumpliendo con la flexibilidad requerida para adaptarse a la demanda sin reducir la eficiencia.
- Por debajo del 80%: Indica que los tiempos de cambio o la capacidad de producción durante el ajuste no cumplen con los estándares necesarios para responder adecuadamente a los cambios en la demanda.

Quinta Etapa

La metodología ALDEP, estudiada en la materia de "Localización y diseño" durante el séptimo semestre, se aplicó para la optimización de la disposición de las estaciones de trabajo y los sistemas de gestión de materiales. Esta herramienta facilitó la elaboración de un diseño que otorga prioridad a la proximidad entre equipos esenciales, reduciendo los periodos de traslado y optimizando el flujo de materiales.

Diseño de la distribución

La estructura de la planta ha sido diseñada con el objetivo de optimizar la eficiencia en la fabricación de 26 variantes de arneses para vehículos. Se han instaurado diversas estaciones de trabajo para cada categoría de producto, asegurando así un flujo laboral constante y sistemático.

Ubicación del transportador principal

Se ha establecido un principal transportador para gestionar la producción de nueve productos específicos. Este transportador se ha situado de manera estratégica en proximidad al área

destinada a la recepción de materiales como se muestra en la Tabla 3. El motivo primordial de esta localización radica en que el transportador asumirá la mayor parte de la gestión de materiales, lo que facilitará una transferencia rápida y eficaz de insumos desde el espacio de recepción hasta el área de producción.

Tabla 3. *Resultados del rediseño.*

	15 m2														
10 m2	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A
	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A
	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A
	C	C	C	C	D	D	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	C	C	C	C	D	D	G	F	F	F	F	F	F	F	G
	E	E	E	E	D	D	G	F	F	F	F	F	F	F	G
	E	E	E	E	D	D	G	F	F	F	F	F	F	F	G
	E	E	E	D	D	D	G	F	F	F	F	F	F	F	G
	E	E	E	D	D	D	G	F	F	F	F	F	F	F	G
	E	E	E	D	D	D	G	G	G	G	G	G	G	G	G
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	This table was made to a scale of 2m² per square.														

A	MATERIALS
B	MAIN BOARD
C	BOARD 2
D	BOARD 3
E	BOARD 4
F	SMART BOARDS
G	CONVEYOR BELT

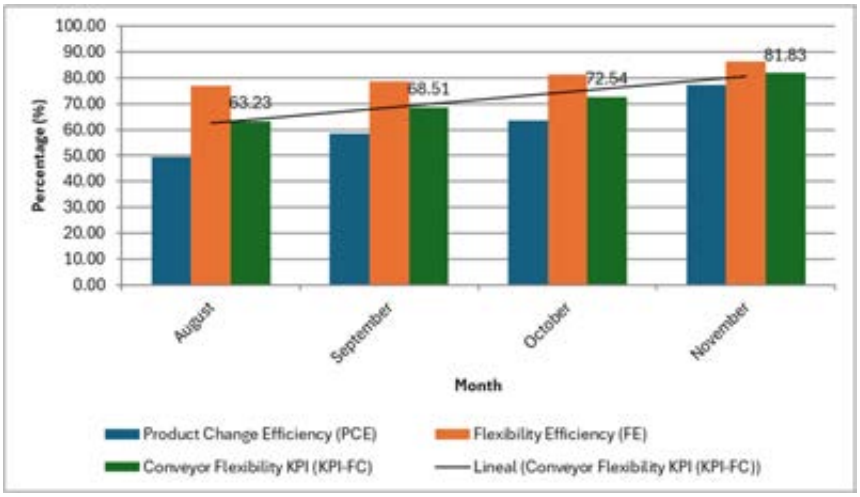
Adaptabilidad a la demanda

El principal transportador ha sido diseñado con la capacidad requerida para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda. Esto engloba la facultad de modificar la producción de los nueve productos en respuesta a las demandas del mercado, garantizando que la planta pueda responder con agilidad a las fluctuaciones de los pedidos sin comprometer la eficiencia operativa.

RESULTADOS

La Figura 2 presenta los resultados mensuales del KPI de Flexibilidad del Transportador (KPI-FC), desglosado por los indicadores clave de Eficiencia de Cambio de Producto (PCE) y Eficiencia de Flexibilidad (FE):

Figura 2. *Results of the Conveyor Flexibility KPI.*



Agosto: Con un Indicador Clave de Rendimiento (KPI-FC) del 63,23%, el transportador evidenció restricciones considerables en su habilidad para efectuar modificaciones eficientes de producto, lo que condujo a un rendimiento por debajo del objetivo establecido del 80%.

Septiembre: El Indicador Clave de Rendimiento (KPI-FC) experimentó un incremento del 68,51%, lo que señala progresos en la adaptabilidad y flexibilidad del sistema, aunque aún se encuentra lejos del objetivo anticipado.

Octubre: Con un KPI-FC de 72,54%, incremento sostenido en la eficiencia general, evidenciando progresos en la sincronización de las modificaciones de producto con la producción flexible.

Noviembre: Al alcanzar un Indicador Clave de Rendimiento (KPI-FC) de 81,83%, el transportador excedió el objetivo establecido del 80%, evidenciando una notable adaptabilidad a las fluctuaciones de la demanda sin menoscabar la eficiencia operativa.

El análisis demostró una tendencia positiva a lo largo de los meses, con un incremento sostenido en los valores del Indicador Clave de Rendimiento (KPI-FC). En noviembre, el transportador logró el desempeño anticipado, satisfaciendo los criterios de flexibilidad y eficiencia necesarios para un Sistema de Manufactura Flexible (FMS). Las iniciativas de optimización en los procesos de transformación y la planificación de la producción han desempeñado un papel fundamental para el alcance de este resultado.

Este análisis de la Tabla 4 examina el rendimiento de la línea de producción en términos de eficiencia mensual, pérdidas económicas y avances financieros durante el periodo comprendido entre agosto y noviembre. La eficiencia se cuantifica como el porcentaje de tiempo durante el cual la línea de producción funciona eficazmente, mientras que las pérdidas se refieren a los costos vinculados a la ineficiencia. Las mejoras evidencian las ventajas económicas alcanzadas mediante medidas correctivas y la optimización de procesos. El propósito de este informe es resaltar las tendencias de rendimiento y su repercusión financiera, proporcionando datos que potencien las estrategias de mejora continua.

Tabla 4. *Resultados de las pérdidas económicas en pesos mexicanos*.

Mes	Eficiencia (%)	Pérdida en $ MXN	Mejora en $ MXN
Agosto	63.23	32,535.93	0.00
Septiembre	68.51	27,863.93	4,672.00
Octubre	72.54	24,297.98	3,565.95
Noviembre	81.83	16,077.72	8,220.26

La evaluación de los datos evidencia un incremento progresivo en la eficiencia de la línea de producción, alcanzando el 81,83% en noviembre y superando el objetivo establecido del 80%. Este hito disminuyó de manera significativa las pérdidas económicas, pasando de $32.535,93 en agosto a $16.077,72 en noviembre, dando lugar a una mejora financiera acumulada de $16.458,21. Estos resultados enfatizan el efecto beneficioso de las estrategias implementadas y enfatizan la relevancia de las iniciativas actuales orientadas hacia la optimización de procesos y la eficiencia operativa.

CONCLUSIONES

La implementación del Sistema de Manufactura Flexible (FMS) en la planta 1 de Leoni Mérida no solo ha representado un progreso en la eficiencia y adaptabilidad de los procesos de producción, sino que también ha representado una oportunidad significativa de desarrollo profesional para nosotras, en nuestra calidad de responsables del proyecto. Como mujeres en el campo de la ingeniería, este estudio ha facilitado la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en nuestra formación académica, abordando retos concretos en un contexto industrial altamente competitivo y tecnológicamente avanzado.

Leoni, como empresa global líder en el sector automotriz, ha proporcionado la oportunidad de incorporar a las mujeres en un ambiente de innovación y mejora constante, promoviendo el avance en áreas fundamentales como la optimización de procesos, la administración de producción y la implementación de metodologías de manufactura adaptable. Esta experiencia ha reafirmado la relevancia de que empresas de relevancia global prioricen la inclusión y diversidad de talento, lo que posibilita que mujeres, en nuestra calidad de ingenieras, aporten de manera activa en la concepción e implementación de soluciones estratégicas para el sector industrial.

Además, como autoras de este trabajo, se ha presenciado directamente el efecto beneficioso de la sinergia entre la academia y la industria mediante la colaboración con Leoni. Esta experiencia ha facilitado la comprobación de cómo los conocimientos adquiridos en el entorno académico pueden transformarse en instrumentos fundamentales para potenciar la productividad y competitividad de una organización de alcance internacional.

En conclusión, la planta ha evidenciado una notable capacidad para adaptarse a las demandas del mercado, particularmente en la producción de arneses para clientes esenciales como Lucid, alcanzando estándares de calidad elevados y superando el 80% en el Indicador Clave de Rendimiento (KPI) de Flexibilidad de Transportadores en noviembre. Esto, en conjunción con medidas correctivas, facilitó la disminución de las pérdidas económicas de $32,535.93 en agosto a $16,077.72 en noviembre, resultando en una rentabilidad acumulada de $16,458.21. No obstante, persisten obstáculos para lograr el objetivo del 90% de eficiencia, tal como la capacitación del personal en respuesta a las fluctuaciones de la demanda, la disponibilidad de equipos y una gestión de inventarios más eficiente. Para asegurar la sostenibilidad del sistema, resulta fundamental la implementación de formación intensiva, la optimización de los controles de inventario y la adopción de instrumentos tecnológicos para el análisis en tiempo real del flujo laboral.

BIBLIOGRAFÍA

Arriaga, F. I. M., Escalante Euán, J. F., Flores, J. S., & Aguilar Vázquez, F. (2024). Fortaleciendo prácticas para la enseñanza de la logística ante disrupciones en la cadena de suministro. *ANFEI Digital*, (16). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/952

Chávez, A. V. (2015). Impacto de las técnicas de manufactura esbelta en la industria de Ciudad Juárez. *ANFEI Digital*. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/27

Groover, M. P. (2015). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (4th ed.). Pearson. (ISBN 978-1292076119).

Rodríguez, A. H., & Peña Gallardo, R. (2016). La acreditación internacional como parte del proceso de autoevaluación y mejora continua de la Facultad. *ANFEI Digital*, 2(4). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/155

Shane. (2024, 4 de mayo). Comprender los sistemas de fabricación flexible: Una guía. *MachineMFG*. https://www.machinemfg.com/es/flexible-manufacturing-systems/

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations management* (6th ed.). Financial Times/Prentice Hall. (ISBN 978-0273730460).

FORTALECIMIENTO DE LA FORMACIÓN DOCENTE EN INGENIERÍA: RETOS Y OPORTUNIDADES

STRENGTHENING TEACHER TRAINING IN ENGINEERING: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

A. Velasco Agustín[1]
M. Pérez Medel[2]
J. Hernández Cabrera[3]
O. García Balanzar[4]

RESUMEN

El desarrollo profesional de los académicos de ingeniería es fundamental para garantizar la calidad educativa y la formación integral de los futuros ingenieros. En la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se han identificado áreas de mejora en la capacitación docente, las metodologías de enseñanza y la vinculación con la industria, con el propósito de fortalecer la enseñanza y formación de los estudiantes. En el presente trabajo escrito se analiza la importancia de la actualización y capacitación continua de los profesores de Ingeniería de la FES Aragón, considerando estrategias innovadoras y tecnologías emergentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados obtenidos muestran que los docentes enfocan su capacitación en metodologías pedagógicas y actualización académica, dejando en menor medida la formación en herramientas tecnológicas y conocimientos aplicados a la industria. Esta brecha en la preparación docente repercute directamente en los estudiantes, ya que limita su acceso a conocimientos y habilidades alineadas con las necesidades del sector productivo.

Contar con profesores actualizados en nuevas tecnologías y metodologías industriales permite que los alumnos reciban una formación más práctica y acorde a los desafíos del campo laboral, mejorando su aprendizaje y facilitando su inserción en el mercado profesional.

La formación docente en ingeniería enfrenta el reto de incorporar herramientas tecnológicas y metodologías alineadas con las exigencias actuales del sector productivo. La necesidad de transformar los programas de actualización de los profesores no solo implica reforzar las prácticas pedagógicas, sino también integrar enfoques innovadores que respondan a los cambios tecnológicos y a las dinámicas de la industria. Además, fortalecer la vinculación entre la academia y el entorno profesional permite ofrecer a los estudiantes una educación más pertinente y práctica, que los prepare para enfrentar los desafíos reales del mundo laboral.

ABSTRACT

The professional development of engineering academics is essential to ensure educational quality and the comprehensive training of future engineers. At the Faculty of Higher Studies Aragón (FES Aragón) of the National Autonomous University of Mexico (UNAM), areas for improvement have been identified in teacher training, teaching methodologies, and industry collaboration, with the aim of strengthening the education and training of students. This paper analyzes the importance of continuous updating and training for engineering professors at FES Aragón, considering innovative strategies and emerging technologies in the teaching-learning process.

The results obtained show that faculty members focus their training on pedagogical methodologies and academic updating, while placing less emphasis on training in technological tools and industry-applied knowledge. This gap in teacher preparation directly impacts students, as it limits their access to knowledge and skills aligned with the needs of the productive sector.

[1] Profesor de asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. aaronvelascovea@aragon.unam.mx
[2] Técnico académico del Centro Tecnológico Aragón. Facultad de Estudios Superiores Aragón. marcelo@unam.mx
[3] Profesor ordinario de carrera de Ing. Computación. Facultad de Estudios Superiores Aragón. jesushc@unam.mx
[4] Secretario Técnico de Ing. Civil. Facultad de Estudios Superiores Aragón. onielgarciagab@aragon.unam.mx

Having professors who are up-to-date on new technologies and industrial methodologies allows students to receive more practical training that is in line with the challenges of the labor field, enhancing their learning and facilitating their entry into the professional market.

ANTECEDENTES

La formación docente en ingeniería es un componente clave para la mejora de la calidad educativa y la actualización constante del profesorado. Para complementar este estudio, se consultaron diversas fuentes oficiales relacionadas con la formación docente en la ingeniería y la UNAM. Estas incluyen el sitio web de la ingeniería (www.aragon.unam.mx), informes de la Dirección General de Evaluación Institucional (www.dgei.unam.mx) y programas de capacitación de la Secretaría de Desarrollo Institucional (www.sdi.unam.mx). Además, el Instituto de Ingeniería de la UNAM (www.ingenieria.unam.mx) ha proporcionado datos sobre el impacto de la formación docente en la enseñanza de ingeniería.

Fuentes consultadas y hallazgos

Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI)

En el documento "La Formación de los Ingenieros en México", la ANFEI destaca que los programas de apoyo para la superación del personal docente son fundamentales para fortalecer el quehacer institucional. Estos programas se reflejan en mejoras en el proceso educativo, enfatizando la importancia del profesor para el éxito de los programas impartidos y los proyectos realizados para elevar la calidad de la educación. (ANFEI, 2015)

Facultad de Ingeniería de la UNAM

En el informe "Facultad de Ingeniería UNAM 2015-2023", se aborda la formación docente desde la perspectiva de las relaciones de la Facultad con otras instituciones y la industria, subrayando la relevancia de la capacitación continua y la actualización de los profesores para mantener la calidad educativa. (Facultad de Ingeniería,2015-2023)

Revisión de literatura académica

Se realizó una revisión de publicaciones académicas en plataformas como Google Académico, Redalyc y SciELO para obtener información actualizada sobre la educación en ingeniería en México. Estas fuentes proporcionan una visión integral de la relevancia de la formación y actualización docente en el ámbito de la ingeniería en México, subrayando la necesidad de programas de capacitación continua y la adaptación a las demandas actuales y futuras del sector.

Fuentes académicas consultadas

Google Académico: Búsqueda de artículos sobre formación docente en ingeniería y tendencias en actualización pedagógica. (scholar.google.com)

Redalyc: Revisión de publicaciones académicas latinoamericanas sobre innovación educativa en ingeniería. (www.redalyc.org)
SciELO: Consulta de estudios sobre el impacto de la capacitación docente en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería. (www.scielo.org)

Estas plataformas han permitido analizar enfoques actuales y estrategias implementadas en diferentes instituciones educativas para mejorar la calidad docente en ingeniería.

Por ello, la capacitación constante del profesorado en temas actualizados resulta fundamental para que los estudiantes egresen con los conocimientos y habilidades necesarias para integrarse de manera efectiva en el campo profesional. En este sentido, la **FES Aragón** impulsa la formación continua de su comunidad docente mediante **cursos, talleres y programas de actualización** que abarcan tanto el fortalecimiento pedagógico como la incorporación de nuevas tecnologías y metodologías de enseñanza. Estas iniciativas buscan no solo mejorar la calidad educativa dentro del aula, sino también **estrechar la brecha entre la academia y la industria**, garantizando que los egresados cuenten con una preparación acorde a las demandas del mercado laboral.

Por ello, al analizar la información revisada, se reconoce la necesidad de replantear los programas de actualización docente en ingeniería, no solo para fortalecer las prácticas pedagógicas, sino también para incorporar herramientas tecnológicas y metodologías alineadas con los requerimientos actuales de la industria. Asimismo, fomentar la vinculación entre la academia y el entorno profesional contribuiría a que los estudiantes reciban una formación más pertinente, práctica y ajustada a los desafíos del mundo laboral.

Zuluaga Rendón, Corredor, Quintero, Ramírez Echeverry y Olarte (2017) destacan que la percepción de los estudiantes sobre la calidad de las clases de ingeniería está directamente relacionada con la preparación y actualización docente. En su estudio, los autores subrayan que la falta de competencias actualizadas y de formación continua en los docentes afecta de manera negativa el aprendizaje de los estudiantes, limitando su desarrollo de habilidades necesarias para la práctica profesional. Esto refuerza la importancia de contar con docentes capacitados no solo en el área pedagógica, sino también en las tendencias y necesidades actuales del ámbito ingenieril.

Además, Loyola Santos y Romero Díaz (2024) analizaron la relación entre el desempeño docente y el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería civil, encontrando una correlación positiva significativa entre ambas variables. Estos hallazgos refuerzan la importancia de la capacitación y actualización continua de los docentes, ya que su preparación no solo impacta en la calidad de la enseñanza, sino también en los resultados académicos de los estudiantes. Por ello, fortalecer la formación docente en ingeniería resulta fundamental para mejorar el aprendizaje y las competencias de los futuros egresados.

METODOLOGÍA

El estudio se basó en un enfoque cualitativo y cuantitativo para analizar el desarrollo profesional de los docentes de ingeniería, utilizando un **análisis FODA** para identificar **fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas** en la formación docente en la FES Aragón.

FODA en la Formación Docente en Ingeniería

- **Fortalezas:**
  - Existencia de programas de formación pedagógica y metodológica dentro de la UNAM.
  - Interés de los docentes en la actualización académica.
- **Oportunidades:**
  - Posibilidad de incorporar más cursos de formación en tecnologías emergentes.

- Vinculación con la industria para actualizar la enseñanza según las necesidades del mercado.

- **Debilidades:**
- Predominio de la capacitación en metodologías pedagógicas y no en herramientas aplicadas a la industria.
- Baja participación en cursos sobre nuevas tecnologías y software especializado.

- **Amenazas:**
- Falta de incentivos o programas específicos para la actualización en temas tecnológicos.
- Brecha entre las competencias enseñadas y las requeridas por el sector productivo.

Estrategia Metodológica

Para el desarrollo de este estudio se siguieron los siguientes pasos:

1. **Análisis de información y artículos previos:** Se revisaron documentos oficiales, estudios académicos y reportes institucionales sobre la formación docente en ingeniería.
2. **Acercamiento a docentes:** Se estableció contacto con profesores de ingeniería de la FES Aragón para conocer su experiencia en formación y actualización.
3. **Aplicación de encuesta:** Se diseñó y distribuyó un cuestionario a 30 docentes con el objetivo de recopilar datos sobre su capacitación y las áreas de oportunidad.
4. **Análisis de datos:** Se procesaron los resultados de la encuesta para identificar tendencias y necesidades de mejora en la formación docente.

RESULTADOS

Los datos recolectados fueron procesados para evaluar tendencias y oportunidades de mejora en la capacitación docente.

Encuesta a Docentes

Para evaluar el nivel de preparación y actualización de los docentes, se aplicó una encuesta a 30 profesores de ingeniería dando referencia a la participación en cursos de capacitación docente que imparte la DGAPA, estos cursos y los diplomados sirven para reforzar al personal docente en el manejo de aspectos didáctico-pedagógicos, el uso de las tecnologías de información y de la comunicación, el dominio de lenguas extranjeras, así como a la introducción al conocimiento de disciplinas emergentes y de frontera., cuyos resultados fueron los siguientes y se pueden observar de manera gráfica en la Figura 1 y Figura 2.

Nivel Educativo:

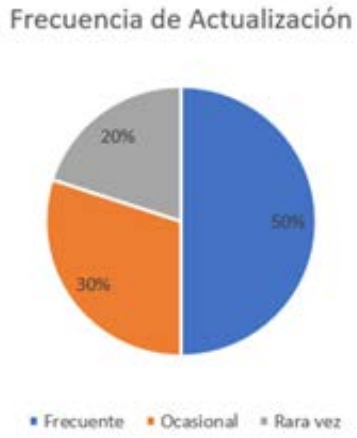
- Licenciatura: 40%
- Maestría: 40%
- Doctorado: 20%

Figura 1. *Encuesta a docentes sobre el Nivel Educativo.*

Frecuencia de Actualización:

- Frecuente: 50%
- Ocasional: 30%
- Rara vez: 20%

Figura 2. *Resultados de la encuesta realizada a docentes sobres la Actualización.*



Participación en Cursos de Actualización:

- En promedio, los docentes participaron en 5 cursos en el último año.

Satisfacción con la Formación Docente:

El 85% de los docentes calificó con 4 o 5 (en una escala de 1 a 5) su nivel de satisfacción con la formación recibida.

Relación entre la Capacitación Docente y las Demandas de la Industria

Los datos obtenidos mostrados en la Tabla 1, reflejan una marcada tendencia hacia la formación académica y metodológica, con una menor participación en cursos de nuevas tecnologías y herramientas aplicadas en la industria. A continuación, se presentan los resultados cuantitativos obtenidos:

Tabla 1. *Relación entre la Capacitación Docente y las Demandas de la Industria.*

Categoría	Cantidad (de 30 docentes)	Porcentaje
Docentes con formación en pedagogía/metodología académica	23	76.67%
Docentes con cursos en nuevas tecnologías/industria	7	23.33%
Docentes con capacitación por instituciones académicas	24	80%
Docentes con capacitación en software especializado	9	30%

Estos resultados indican que la mayoría de los docentes cuentan con estudios avanzados y participan activamente en su actualización profesional, aunque existe una fracción que requiere mayor integración en programas de capacitación.

Los resultados obtenidos evidencian la importancia de que los docentes en ingeniería amplíen su formación hacia áreas con aplicaciones directas en la industria. Sin embargo, se identificó que la mayor parte de la capacitación docente sigue centrándose en el ámbito académico y metodológico, dejando de lado la actualización en tecnologías emergentes y herramientas utilizadas en el sector industrial.

La formación y actualización de los docentes en ingeniería tiene un impacto directo en el aprendizaje y desarrollo de competencias de los estudiantes. Profesores capacitados en tecnologías emergentes, metodologías industriales y herramientas actualizadas pueden ofrecer a los alumnos una enseñanza más práctica, enfocada en los retos reales del entorno laboral. Por el contrario, cuando los docentes centran su formación exclusivamente en aspectos pedagógicos y teóricos, sin vinculación con la industria, los estudiantes egresan con limitaciones para enfrentar los desafíos del mercado profesional. Por ello, mejorar la formación docente no solo fortalece la calidad académica, sino que garantiza que los egresados cuenten con habilidades pertinentes y actuales que faciliten su inserción exitosa en el sector productivo.

Datos estadísticos sobre la formación docente

- 76.67% de los docentes encuestados indicaron que su formación continua está enfocada en pedagogía, metodologías de enseñanza y actualización en contenidos académicos tradicionales.
- Solo un 23.33% de los docentes han participado en cursos relacionados con nuevas tecnologías, herramientas digitales o metodologías aplicadas en la industria.

- El 80% de los encuestados afirmó que sus capacitaciones han sido organizadas por instituciones académicas y no por organismos industriales o empresas tecnológicas.
- Menos del 30% de los docentes ha recibido formación en herramientas de software especializadas en ingeniería, tales como automatización, inteligencia artificial, Big data o Manufactura digital.

En datos se aprecia la falta de alineación entre la capacitación docente y las necesidades del sector productivo. Sin una formación en herramientas y metodologías utilizadas en la industria, los docentes pueden transmitir conocimientos que, aunque académicamente sólidos, carecen de aplicación práctica en entornos laborales reales.

Impacto en la Formación de los Estudiantes

El objetivo de la educación en ingeniería debe centrarse en preparar a los alumnos para los desafíos reales del mercado laboral. Sin embargo, cuando la formación docente no está alineada con las demandas industriales, se genera un desfase entre los conocimientos adquiridos en el aula y las habilidades requeridas en las empresas.

Los docentes que han incorporado estrategias de enseñanza basadas en proyectos reales y casos de estudio han logrado una mayor conexión entre la teoría y la práctica. Esto refuerza la importancia de diseñar programas de formación continua que incluyan experiencias de vinculación con la industria, como estancias en empresas, colaboración en proyectos de investigación aplicada y participación en certificaciones profesionales.

Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Zuluaga Rendón et al. (2017), quienes concluyen que los estudiantes identifican como una deficiencia grave la falta de actualización y formación docente en áreas técnicas y tecnológicas, ya que esto impacta directamente en la calidad de la enseñanza y en su preparación para enfrentar el mundo profesional. Por tanto, la necesidad de fortalecer la capacitación docente en ingeniería no solo responde a una mejora académica, sino también a una demanda directa del estudiantado.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Loyola Santos y Romero Díaz (2024), quienes evidenciaron que el desempeño docente influye de manera significativa en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería. Al igual que en la presente investigación, se destaca que la formación continua del profesorado en áreas técnicas y pedagógicas es clave para garantizar una enseñanza de calidad que impacte positivamente en la formación profesional de los estudiantes.

CONCLUSIONES

El desarrollo profesional de los docentes en ingeniería no puede limitarse únicamente a la capacitación pedagógica o a la enseñanza de materias de tronco común. Aunque estas áreas son fundamentales, el crecimiento del sector industrial y la constante evolución tecnológica exigen una preparación docente que trascienda el aula, integrando metodologías innovadoras y conocimientos aplicados a la realidad laboral.

Los hallazgos de este estudio evidencian una brecha significativa entre la formación docente y las competencias requeridas en la industria. Este desfase impacta directamente en la formación de los estudiantes, quienes, al egresar, pueden enfrentar dificultades para integrarse eficazmente en el mercado laboral. Por ello, es urgente replantear los programas de formación docente, de manera que incorporen:

1. **Capacitación en tecnologías emergentes**, incluyendo:
   - Dominio de herramientas como inteligencia artificial, manufactura digital, automatización industrial y sistemas de gestión empresarial.
2. **Metodologías ágiles y gestión de proyectos**, mediante:
   - La implementación de enfoques modernos como Scrum, Lean y Design Thinking, ampliamente utilizados en la industria.
3. **Actualización de los planes de formación docente**, que consideren:
   - Cursos especializados en tecnología, gestión de proyectos y prácticas industriales, además de los aspectos pedagógicos tradicionales.
4. **Certificación en áreas clave**, incentivando:
   - La obtención de certificaciones reconocidas en software, metodologías de gestión y estándares industriales.
5. **Enfoques de enseñanza basados en proyectos reales**, diseñando:
   - Programas de estudio donde los docentes enseñen a partir de casos prácticos de la industria, preparando mejor a los estudiantes para su inserción laboral.

El desafío actual para la educación en ingeniería no se limita a mejorar la calidad pedagógica, sino que también debe asegurar que los docentes cuenten con conocimiento práctico y actualizado en herramientas, tecnologías y metodologías aplicadas al sector productivo. Para ello, es imperativo que la capacitación docente evolucione hacia un modelo de actualización continua, con enfoque práctico y orientado a las demandas reales del mundo laboral.

En este sentido, **fortalecer la vinculación entre la academia y el sector productivo** mediante programas de formación especializada en tecnologías emergentes y metodologías industriales es una estrategia clave para cerrar la brecha entre la enseñanza académica y las necesidades de la industria.

Finalmente, en concordancia con los hallazgos de **Loyola Santos y Romero Díaz (2024)**, se concluye que la falta de capacitación docente adecuada limita el desarrollo de competencias en los estudiantes de ingeniería, afectando directamente su rendimiento académico. Por tanto, se recomienda la implementación de **programas de formación docente continua** que atiendan tanto las necesidades pedagógicas como las exigencias técnicas y tecnológicas actuales del entorno profesional.

BIBLIOGRAFÍA

ANFEI (Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería). (2015). *La formación de los ingenieros en México*. https://www.anfei.mx/site/wp-content/uploads/2019/04/La_Formacion_de_los_Ingenieros.pdf

Dirección General de Evaluación Institucional (2022). *Evaluación de la calidad educativa y desarrollo docente en la UNAM.* https://www.planeducativonacional.unam.mx/CAP_14/Text/14_01a.html

Loyola Santos, A. A., & Romero Díaz, A. D. (2024*). Desempeño docente en el rendimiento académico de los estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Ricardo Palma 2022*. Revista Igobernanza, 7(27), 119–141. https://doi.org/10.47865/igob.vol7.n27.2024.356

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2024). *Plan de Desarrollo Institucional 2023–2027*. https://www.rector.unam.mx/docs/PDI-2023-2027.pdf

Zuluaga Rendón, Z., Corredor, J. A., Quintero, J. M., Ramírez Echeverry, J. J., & Olarte, F. A. (2017). *¿Qué es una buena clase en ingeniería desde el punto de vista de los estudiantes?* Revista Educación en Ingeniería, 12(23), 83–92. https://doi.org/10.26507/rei.v12n23.740

IMPACTO DE UN CURSO DE MATEMÁTICAS EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE NUEVO INGRESO

THE IMPACT OF A MATHEMATICS COURSE ON THE ACADEMIC PERFORMANCE OF NEW SEMESTER STUDENTS

M. M. Rivera Ramírez[1]
S. Vázquez Rojas [2]
M. G. Medina Torres[3]
M. J. Hernández Patiño[4]

RESUMEN

Este estudio analiza el impacto de un Curso Remedial de Matemáticas en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, cuyo propósito es fortalecer las competencias matemáticas básicas de los estudiantes de nuevo ingreso. El objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad del curso a través del análisis de los resultados de los exámenes diagnóstico y final, así como de las calificaciones obtenidas en Cálculo Diferencial al finalizar el primer semestre de ingeniería. Los hallazgos muestran que los estudiantes que participaron en el programa obtuvieron calificaciones promedio más altas, alcanzando también un mayor porcentaje de aprobación. En particular, los alumnos de algunas especialidades, como Mecatrónica, destacaron por su buen desempeño en el examen diagnóstico, mientras que los estudiantes de otras especialidades como Semiconductores registraron los puntajes más bajos.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of a Remedial Mathematics Course at the Tecnológico Nacional de México in Celaya, whose purpose is to strengthen the basic mathematical competencies of new students. Meanwhile the objective of this study is to evaluate the effectiveness of the course through the analysis of the results of the diagnostic and final exams, as well as the grades obtained in Differential Calculus at the end of the first semester of engineering. The findings show that students who participated in the program obtained higher average grades and a higher passing percentage. In particular, some specialties, such as Mechatronics, stood out for their good performance, while others, such as Semiconductors, recorded the lowest scores.

ANTECEDENTES

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) es un sistema educativo reconocido por su enfoque en la formación de ingenieros. El TecNM en Celaya ofrece 10 programas de ingeniería y uno de licenciatura. Esta institución tiene como visión ser una institución de educación superior tecnológica reconocida a nivel internacional por el destacado desempeño de sus egresadas y egresados que impulsan el desarrollo social y económico sostenible, a través de la innovación e investigación, buscando el bienestar común (TecNM en Celaya, 2025). El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de un Curso Remedial de Matemáticas en el rendimiento académico de los estudiantes de nuevo ingreso, así como

[1] Docente del Departamento de Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México en Celaya. maria.rivera@itcelaya.edu.mx
[2] Docente del Departamento de Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México en Celaya. silvia.vazquez@itcelaya.edu.mx
[3] Docente del Departamento de Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México en Celaya. guadalupe.medina@itcelaya.edu.mx
[4] Docente del Departamento de Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México en Celaya. josefina.hernandez@itcelaya.edu.mx

analizar la posible correlación entre la calificación obtenida en el examen diagnóstico y la tasa de aprobación en Cálculo Diferencial durante el primer semestre.

Este proyecto tiene como objetivo fortalecer la formación matemática en los primeros semestres de ingeniería mediante estrategias innovadoras. El TecNM en Celaya ha enfrentado desafíos en los índices de aprobación en matemáticas, lo que evidencia la necesidad de implementar enfoques pedagógicos más efectivos.

Diversos estudios han señalado una disminución en las habilidades matemáticas en las nuevas generaciones de estudiantes, lo que afecta directamente su desempeño en áreas fundamentales para su formación profesional. Estas disciplinas son esenciales en los programas de ingeniería, ya que proporcionan las bases necesarias para abordar problemas complejos en ciencia y tecnología. Sin embargo, los índices de aprobación en estas materias han disminuido en los últimos años, lo que representa un desafío adicional en la formación de los estudiantes (Santacruz et al., 2020). Para afrontar esta problemática, se han propuesto estrategias de enseñanza y acompañamiento académico que fomentan la autonomía y la motivación, promoviendo un aprendizaje más efectivo en matemáticas (Sosa, 2020).

Además, se ha observado que un mejor desempeño en evaluaciones diagnósticas de matemáticas al ingresar a la licenciatura está relacionado con una mayor eficiencia terminal en los estudios de ingeniería (Martínez et al., 2018), lo que refuerza la importancia de fortalecer estas competencias desde los primeros semestres.

Se plantea que la mejora en el aprovechamiento académico de los estudiantes en el Curso Remedial pueda aumentar el índice de aprobación en materias de ciencias básicas, ya que en el TecNM en Celaya se ha observado una disminución en los índices de aprobación y aumento en la deserción de los estudiantes después de pandemia, lo que hace urgente y necesario abordar esta problemática que afecta el avance y rezago durante su formación profesional. De manera particular, se está realizando un seguimiento y evaluación detallada del índice de aprobación en la materia de Cálculo Diferencial, ya que, al ser la primera materia impartida en el área de matemáticas, se considera un área crítica para el éxito en los programas de ingeniería.

En la actualidad, la experiencia en el aula y el bajo desempeño de los estudiantes en el área matemática han evidenciado la necesidad de desarrollar nuevas estrategias para fortalecer el aprendizaje y mejorar el rendimiento estudiantil. Este trabajo tiene como objetivo medir el alcance de las competencias a través del Curso Remedial y evaluar su efectividad mediante un examen diagnóstico y un examen final, así como los resultados de la asignatura de Cálculo Diferencial, esto permitirá medir el impacto de las estrategias y determinar las áreas que requieren ajustes adicionales.

METODOLOGÍA

El fenómeno de bajo desempeño académico no es exclusivo de esta institución, sino una tendencia observada en muchas universidades del país. Como muestra de ello la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León diseñó un programa educativo con fases de fortalecimiento en ciencias básicas para mejorar el rendimiento de los estudiantes de ingeniería (Habib et al., 2013). La falta de preparación en

matemáticas y ciencias básicas ha sido señalada como una de las principales causas de fracaso académico en las áreas de ingeniería y ciencias aplicadas, lo que pone en riesgo la culminación de la formación profesional para muchos estudiantes. En respuesta a este desafío, el TecNM en Celaya ha desarrollado varias estrategias de intervención para mitigar el impacto de esta deficiencia y garantizar que sus estudiantes logren el éxito académico.

Una de las estrategias implementadas por el TecNM en Celaya desde el año 2023 es la impartición de un curso de fortalecimiento en áreas de conocimiento previas, diseñado específicamente para el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes antes de que inicien su formación en las materias del plan de estudios. Este curso, llamado Curso Remedial, es ofrecido por el Departamento de Ciencias Básicas donde el 100% de personal docente se involucra y tiene como principal objetivo homogeneizar los conocimientos previos de los estudiantes en áreas fundamentales como precálculo, álgebra y geometría, para que todos los alumnos, sin importar su rendimiento académico previo, puedan acceder a un nivel mínimo de competencias que les permita abordar con éxito las asignaturas del primer semestre.

En cuanto al proceso de admisión, el TecNM en Celaya cuenta con dos períodos de ingreso al año (enero y agosto). En el periodo intersemestral junio-agosto, los aspirantes a nuevo ingreso presentan una evaluación para el ingreso y de acuerdo con los resultados obtenidos pueden ingresar a primer semestre. Aquellos que alcanzan una calificación satisfactoria son considerados alumnos de Nuevo Ingreso (NI) y comienzan su formación académica cursando todas las materias del primer semestre de acuerdo con el plan de estudios oficial. Sin embargo, aquellos que no logran alcanzar la calificación mínima son redirigidos a un curso de nivelación denominado Semestre 1A (S1A), en el cual toman dos materias del plan oficial junto con asignaturas remediales diseñadas para reforzar áreas de conocimiento deficientes, como precálculo y álgebra avanzada.

Para aquellos estudiantes que no logran ingresar al primer semestre ni al S1A, existe la opción de participar en el Semestre Cero, un programa de preparación que no incluye materias del plan de estudios oficial, pero que se centra en proporcionar herramientas académicas y de estudio necesarias para mejorar las competencias en matemáticas, ciencias y habilidades de resolución de problemas. Esta etapa de preparación intensiva busca reducir la brecha de conocimiento y garantizar que los estudiantes ingresen al programa académico regular con las habilidades necesarias para tener éxito en su formación.

La cantidad de estudiantes que ingresa al TecNM en Celaya varía según el período. En el semestre agosto-diciembre, el número de alumnos de nuevo ingreso es significativamente mayor, ya que en este período se concentran todos los estudiantes que cumplen con los requisitos del examen de admisión. En cambio, en el semestre enero-junio, los estudiantes que ingresan son aquellos que aprobaron las materias del Semestre 1A o Semestre Cero. El desempeño académico en los primeros semestres está influenciado por el conocimiento previo adquirido en nivel medio superior, lo que subraya la importancia de estrategias de refuerzo en matemáticas antes de la universidad (Villalón et al., 2020). Este sistema de ingreso ha permitido al TecNM en Celaya adaptar su oferta educativa a las necesidades de los estudiantes, con apertura y asegurando que puedan acceder a la educación superior.

El presente estudio se llevó a cabo con estudiantes que cursaron la materia de Cálculo Diferencial en TecNM en Celaya, específicamente durante los semestres de agosto-diciembre de 2023, enero-junio y agosto-diciembre del año 2024.

El Curso Remedial se impartió durante cinco días consecutivos, con una duración de cuatro horas diarias. En total, participaron 985 estudiantes de nuevo ingreso en agosto de 2023, 546 en enero de 2024, y 1310 en agosto de 2024. Este curso cubrió temas fundamentales en precálculo, tales como operaciones elementales, axiomas y propiedades de los números reales, jerarquía de operaciones, operaciones con expresiones algebraicas, ecuaciones lineales, propiedades de los exponentes, radicales, productos notables, factorización, ecuaciones cuadráticas y razones trigonométricas. A partir de enero 2024, se asignaron ejercicios de práctica al finalizar cada sesión, los cuales fueron distribuidos a través de la plataforma Moodle.

En el semestre enero-junio 2024, se inscribieron 546 estudiantes en el programa académico regular. De estos, 297 estudiantes provenían del Semestre 1A, quienes ya habían cursado la materia de precálculo y, por lo tanto, no tomaron el Curso Remedial, mientras que 249 estudiantes eran provenientes del Semestre Cero, por lo que sí tomaron el Curso Remedial como parte de su formación.

En agosto 2023 se evaluó con un examen de 28 preguntas, éste se aplicó como examen diagnóstico en la materia de Cálculo Diferencial, por lo que también fue realizado por alumnos que cursaron la materia por segunda o tercera vez (recursamiento), mientras que, a partir de enero 2024 se realizaron evaluaciones diagnósticas y finales para medir el aprovechamiento de los estudiantes en el Curso Remedial. El instrumento de evaluación consta de 30 reactivos, generados a partir de un banco de 20 preguntas similares. En todos los casos, los estudiantes tuvieron un tiempo limitado de 90 minutos para completar la evaluación. Los temas incluidos en las evaluaciones fueron: operaciones algebraicas, fracciones, exponentes y radicales, productos notables, factorización y razones trigonométricas.

El análisis de los datos se centró en la relación entre los resultados de las evaluaciones del Curso Remedial y las calificaciones finales en Cálculo Diferencial. Esto permitió evaluar la efectividad del curso, con base en el desempeño de los estudiantes en una materia clave de su programa académico.

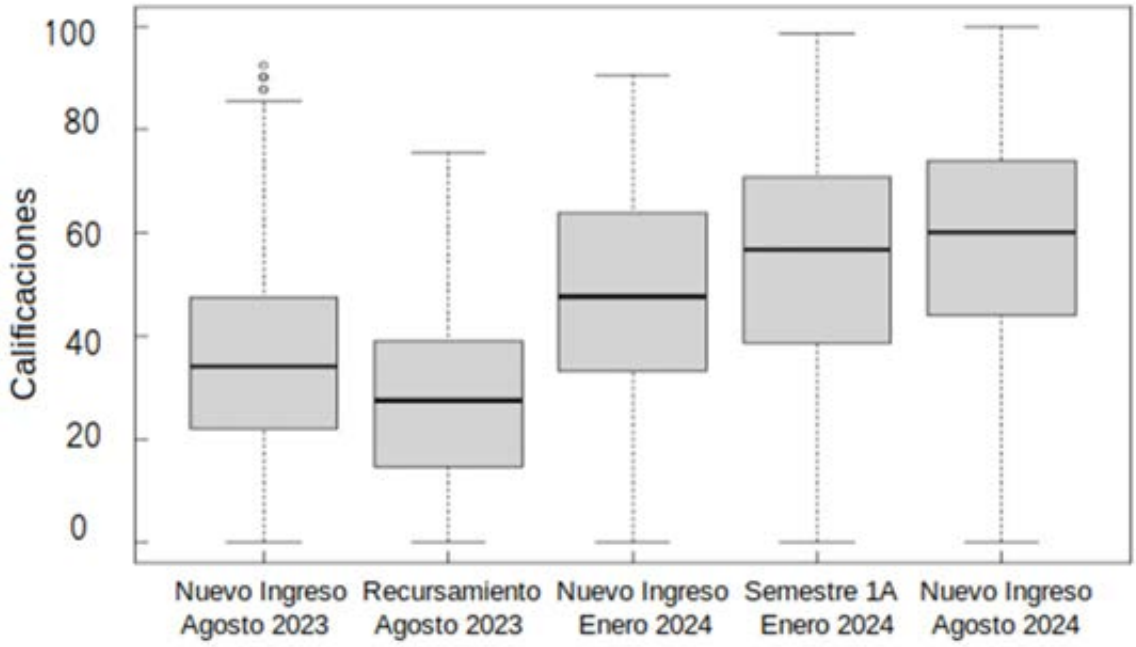
RESULTADOS

Resultados del examen diagnóstico

Al analizar los resultados del examen diagnóstico presentados en la Figura 1, se observa que la calificación promedio fue menor durante el semestre agosto-diciembre 2023 (nuevo ingreso y recursamiento) en comparación con los semestres de 2024. Esto podría explicarse porque el instrumento utilizado en 2023 estaba basado en el examen diagnóstico previamente empleado en la materia de Cálculo Diferencial, mientras que en 2024 se diseñó específicamente en función de los contenidos del Curso Remedial. También se observa que los estudiantes en condición de recursamiento obtuvieron un promedio menor en el examen diagnóstico en comparación con aquellos que tomaron el Curso Remedial antes de iniciar el semestre.

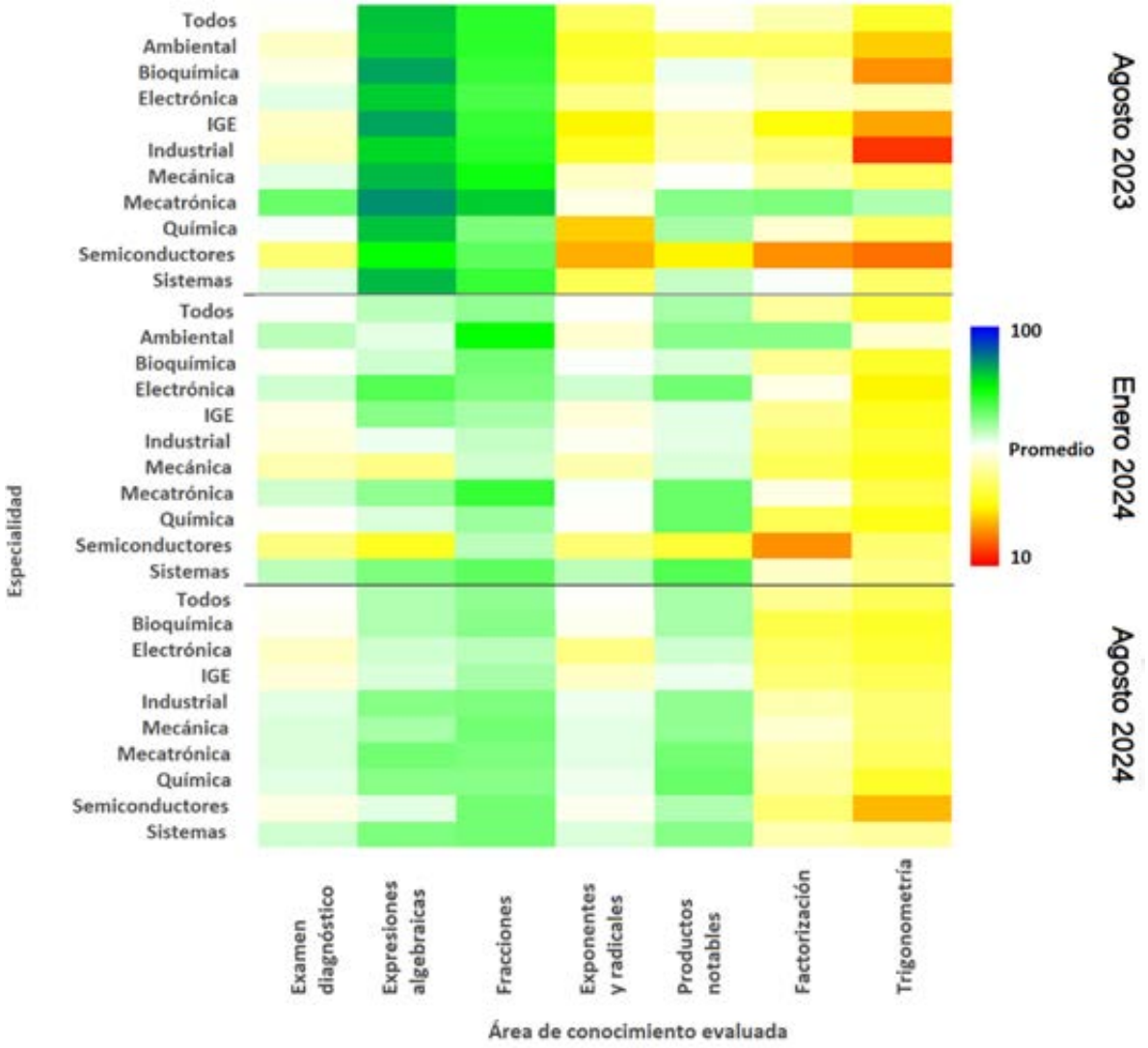
En el caso del semestre enero-junio 2024, se identificó que los estudiantes del Semestre 1A, quienes cursaron precálculo durante el semestre, obtuvieron mejores calificaciones en el examen diagnóstico que los estudiantes de nuevo ingreso que participaron en el Curso Remedial de una semana. También se observa que el promedio más alto hasta el momento fue alcanzado por los estudiantes de nuevo ingreso durante el semestre agosto-diciembre 2024.

Figura 1. *Resultados del examen diagnóstico en los semestres de estudio.*



Para analizar el desempeño en el examen diagnóstico según el área de conocimiento, se utilizó un mapa de calor. En la Figura 2 se presentan los resultados del examen diagnóstico, desglosados por área de conocimiento y especialidad. La escala de color utilizada va del blanco, que representa el promedio de cada semestre (34.7, 52.4 y 58.6), al azul para aquellos con un desempeño superior al promedio y al rojo para quienes obtuvieron un puntaje inferior.

Figura 2. *Mapa de calor del rendimiento de los estudiantes en el examen diagnóstico por área de conocimiento.*



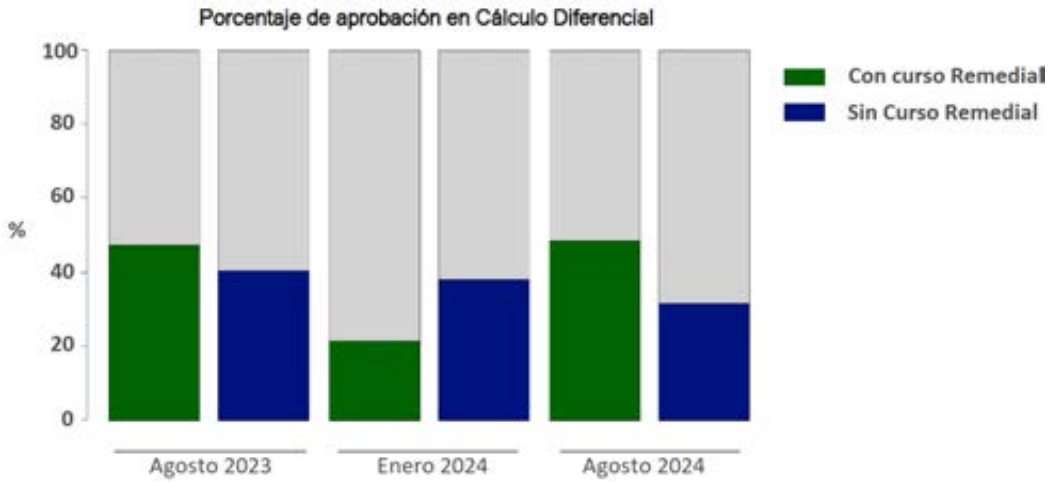
Se observa una tendencia consistente en los tres semestres evaluados: las áreas de conocimiento con mejores puntajes fueron Expresiones Algebraicas, Fracciones y Productos Notables, mientras que las de menor desempeño fueron Factorización y Trigonometría. En cuanto a las especialidades, destaca que durante el semestre agosto-diciembre, los estudiantes de Mecatrónica obtuvieron los mejores puntajes en todas las áreas de conocimiento evaluadas. En los tres semestres analizados, la especialidad con puntajes más bajos de manera general fue la de Semiconductores. Esto podría sugerir diferencias significativas en el perfil académico de los estudiantes según su especialidad, lo cual amerita un análisis más detallado.

Resultados de la asignatura Cálculo Diferencial

La asignatura de Cálculo Diferencial es la primera del área de matemáticas en las Ingenierías del TecNM. Para evaluar el impacto del Curso Remedial en el rendimiento académico, se compararon los porcentajes de aprobación de los estudiantes que participaron en el curso con

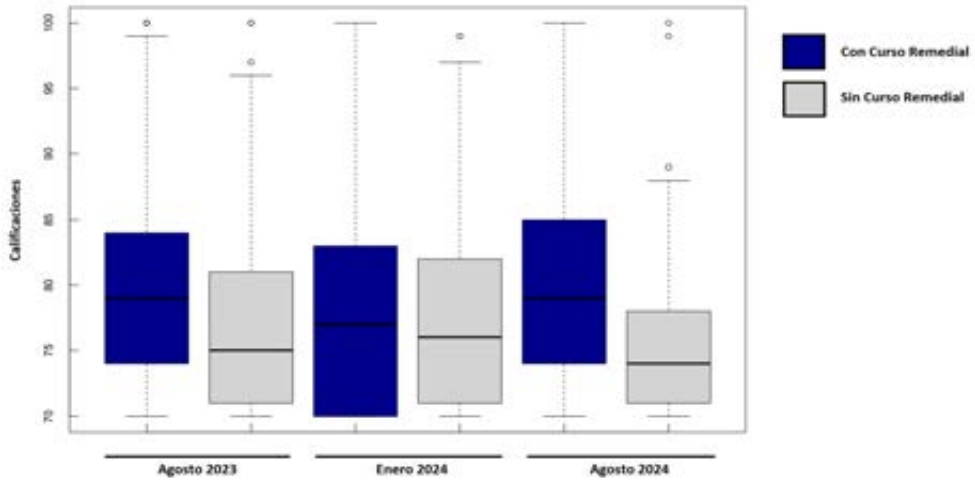
los de aquellos que no lo hicieron. La Figura 3 muestra esta comparación en los diferentes periodos de estudio. Se observa que, en los meses de agosto, el porcentaje de alumnos aprobados fue mayor (48% en agosto 2023 y 50% en agosto 2024), comparado con el de los que no tomaron el curso (40% en agosto 2023 y 30% en agosto 2024). Para estos meses se observa un efecto positivo, es decir los estudiantes que tomaron el Curso Remedial presentan un mayor porcentaje de aprobación. Mientras que en el semestre de enero-junio 2024 no se observa este efecto.

Figura 3. *Porcentaje de aprobación en Cálculo Diferencial.*



En la Figura 4, se presenta el análisis de la calificación obtenida por los alumnos que aprobaron la asignatura. Se encontró que en los tres semestres de estudio la mediana de las calificaciones en la asignatura de Cálculo Diferencial fue mejores para los alumnos que tomaron el remedial, con un impacto más notable para los cursos que fueron tomados en agosto.

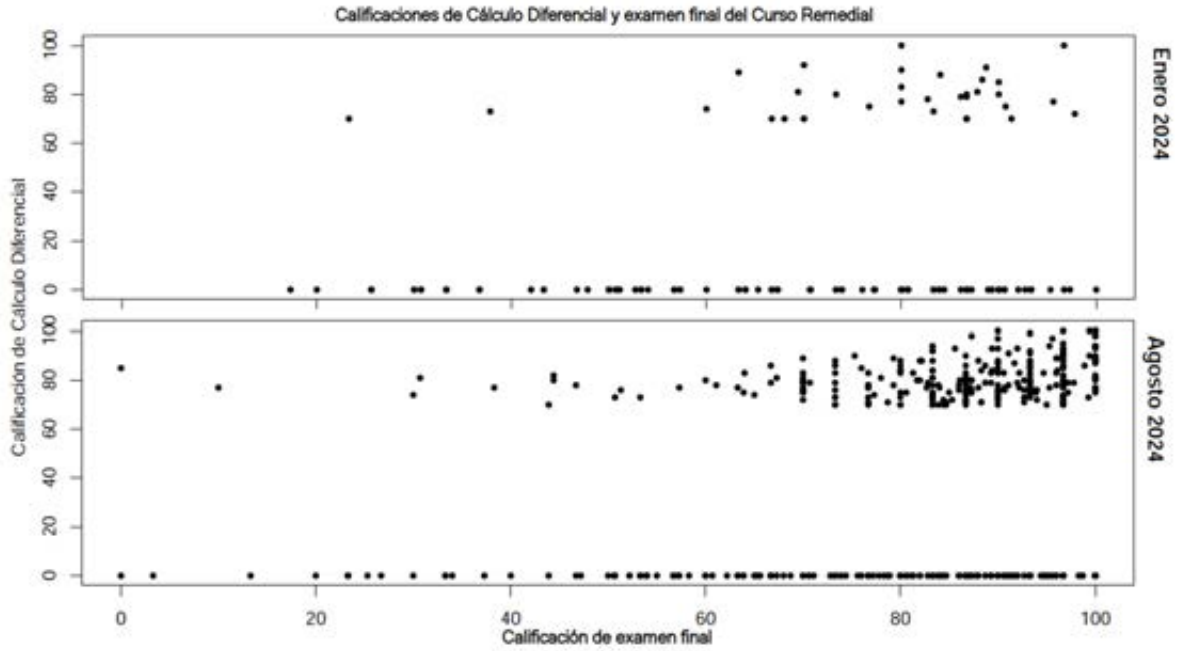
Figura 4. *Calificaciones de Cálculo Diferencial.*



En la Figura 5 se presentan las calificaciones de Cálculo Diferencial para los semestres cero enero-junio y agosto-diciembre del 2024, en función de la calificación obtenida en el examen final del Curso Remedial, mediante un gráfico de dispersión. Se observa que la mayoría de los alumnos que aprueban Cálculo Diferencial obtienen una calificación superior a 60 en el examen final. En contraste, los estudiantes con calificaciones bajas en dicho examen tienen una probabilidad significativamente menor de aprobar la materia, con índices de aprobación de solo 5% en enero y 24% en agosto. Esto sugiere que el desempeño insuficiente en el examen remedial guarda una relación con la reprobación de Cálculo Diferencial.

También hay estudiantes que tienen calificación cero en Cálculo Diferencial, esto es porque en el sistema las calificaciones no aprobatorias se registran como cero. Esto se refleja en la acumulación de puntos en la parte inferior del gráfico, donde se encuentran los alumnos que no lograron aprobar la materia.

Figura 5. *Calificaciones de Cálculo Diferencial y examen final.*



CONCLUSIONES

El Tecnológico Nacional de México en Celaya se ha dado a la tarea de diseñar un Curso Remedial, seleccionando temas de precálculo, para mejorar el nivel académico de los alumnos de nuevo ingreso, y disminuir índices de reprobación que son más altos en los últimos años. Se midió el rendimiento a través de un examen previo y posterior al curso. El análisis de los resultados obtenidos en este estudio muestra la importancia del Curso Remedial como parte de las estrategias implementadas para fortalecer las competencias matemáticas de los estudiantes de nuevo ingreso.

Los datos muestran que la mediana de las calificaciones aprobatorias en Cálculo Diferencial fue más alta entre los estudiantes que completaron el Curso Remedial, especialmente en los cursos de los meses de agosto (2023 y 2024), donde el porcentaje de aprobación fue mayor,

entre 10 y 20%. Los datos sugieren una mejora en el rendimiento académico de quienes tomaron el Curso Remedial.

El estudio mostró que la calificación obtenida en el examen final del Curso Remedial se relaciona positivamente con la aprobación de la materia de Cálculo Diferencial pues aquellos que logran una mejor calificación al final del curso también tienen una mayor probabilidad de aprobar la asignatura. En el semestre enero-junio 2024, se observó que los estudiantes que tomaron el curso de precálculo durante un semestre completo mostraron un desempeño superior en el examen diagnóstico, lo cual refleja que el tiempo dedicado a la regularización también tiene un impacto significativo.

Además, se presentan diferencias en el desempeño según la especialidad, observándose que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica obtuvieron los puntajes más altos en el examen diagnóstico. Entre los temas más críticos identificados para todas las carreras están la factorización y la trigonometría, áreas que requieren mayor refuerzo dentro del curso.
Por lo anterior, se concluye que la preparación matemática previa en los estudiantes es fundamental para el éxito en los cursos de ciencias básicas en ingeniería. La implementación del Curso Remedial mostró un aumento en el rendimiento en los estudiantes que cursaron cálculo diferencial en el primer semestre. Sin embargo, también se identifican áreas de oportunidad para optimizar el diseño y la aplicación de dicho curso. Es fundamental continuar con la formación previa y ajustar el programa en función de los resultados obtenidos. Es urgente seguir sumando esfuerzos y generar estrategias institucionales para lograr el éxito académico de los estudiantes de educación superior.

BIBLIOGRAFÍA

Habib Mireles, L., Alfaro Cázares, N. G., & Grimaldo Sánchez, B. V. (2013). *Tendencias de internacionalización de la educación superior paralelas a los intercambios académicos* (Paper MX013). LACCEI 2013 – Cancún. http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/TechnicalPapers/MX013.pdf

Martínez-González, A., Sánchez-Mendiola, M., Manzano-Patiño, A. P., García-Minjares, M., Herrera-Penilla, C. J., & Buzo-Casanova, E. R. (2018). Grado de conocimientos de los estudiantes al ingreso a la licenciatura y su asociación con el desempeño escolar y la eficiencia terminal. Modelo multivariado. *Revista de la Educación Superior, 47*(188), 57–85. https://doi.org/10.36857/resu.2018.188.508

Santacruz Vázquez, C., Santacruz Vázquez, V., Paredes-Bautista, M. J., & Toxqui-López, S. (2019). Estrategias para el acompañamiento a estudiantes en las áreas de matemáticas en ingeniería química. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, (11). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/556

Sosa-Cordero, D. M. (2021). Opinión estudiantil sobre estrategias de enseñanza y aprendizaje implementadas en el aula. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, (12). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/666

Tecnológico Nacional de México – Campus Celaya. (s. f.). *Misión y Visión*. Recuperado el 23 de febrero de 2025, de https://celaya.tecnm.mx/mision-y-vision/

Villalón-Guzmán, M. T., Medina-Torres, M. G., & Bravo-Sánchez, M. G. (2015). Competencias matemáticas previas de los estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, **1**(2), 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/101/425

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ASESORÍA ENTRE PARES PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE COLABORATIVO

IMPLEMENTATION OF A PEER-TO-PEER ADVISORY SYSTEM TO STRENGTHEN COLLABORATIVE LEARNING

T. T. González Graniel[1]
M. A. Rodríguez Blanco[2]
R. Sánchez Lara[3]
J. L. Vázquez Ávila[4]

RESUMEN

El presente trabajo expone un programa innovador que promueve el buen desempeño en la formación de ingenieros. Este programa establece un sistema de tutoría entre pares, y genera una retroalimentación para mejorar los resultados del aprendizaje cooperativo en disciplinas de ciencias básicas como álgebra avanzada, matemáticas generales, cálculo diferencial e integral. El programa involucra a estudiantes y profesores destacados, quienes, como asesores pares, auxilian a compañeros con dificultades académicas. Para hacer funcionar el sistema propuesto, los coordinadores académicos utilizan formatos digitales para optimizar la capacitación mediante la retroalimentan de datos tanto a los estudiantes como a los asesores. Los resultados de este trabajo brindaron información interesante en donde los alumnos manifestaron su deseo de cambiar su asesor, según su estilo de aprendizaje. Por otro lado, los profesores también compilaron informes sobre las deficiencias que observaron en los estudiantes y sugerencias prácticas para su corrección. Se llevaron a cabo reuniones semanales entre el profesor supervisor a cargo y los asesores pares para evaluar el progreso de los estudiantes, compartiendo estrategias pedagógicas para mejorar la metodología de enseñanza.

ABSTRACT

This work presents an innovative program that promotes good performance in the training of engineers. This program establishes a peer tutoring system and generates feedback to improve cooperative learning outcomes in basic science disciplines such as advanced algebra, general mathematics, differential and integral calculus. The program involves outstanding students and teachers, as peer advisors, Help students with academic difficulties. To carry out the proposed system, academic coordinators use digital formats to optimize training by providing data feedback to both students and advisors. The results of this work provided interesting information where students expressed their desire to change their advisor, according to their learning style. On the other hand, teachers also compiled reports on the deficiencies they observed in students and practical suggestions for their correction. Weekly meetings were held between the supervising teacher in charge and the peer advisors to evaluate the progress of the students, sharing pedagogical strategies to improve the teaching methodology.

ANTECEDENTES

La Universidad Autónoma del Carmen, UNACAR, a la fecha cuenta con una plantilla educativa de 29 programas educativos en modo presencial a nivel superior con una matrícula escolar de 6,907 estudiantes, los cuales se encuentran distribuidos en 8 unidades académicas. De manera adicional, se ofrecen 4 programas educativos en modalidad a distancia con una matrícula de 102 estudiantes. De las 8 unidades académicas con las que cuenta la UNACAR, la Facultad de Ingeniería y Arquitectura (FIA), toma gran interés debido al desarrollo económico industrial de Ciudad del Carmen, Campeche, debido a la pertinencia de sus

[1] Profesora de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen. tgonzalez@pampano.unacar.mx
[2] Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen. mrodriguez@pampano.unacar.mx
[3] Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen. rslara@delfin.unacar.mx
[4] Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Carmen. jvazquez@pampano.unacar.mx

programas educativos orientados a la operabilidad en el ramo de exploración y producción petrolera.

Los orígenes de la FIA se remontan al año de 1989 iniciando con la carrera de Ingeniería Mecánico Electricista. Actualmente la oferta educativa de la FIA ubicada en el campus III, situada al oeste de la ciudad cuenta con una matrícula de 1,129 estudiantes y descansa en seis programas educativos renovados y actualizados que, de mayor a menor antigüedad, son; Ingeniería en Mecatrónica, Arquitectura Sustentable, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil, Ingeniería en Geofísica, e Ingeniería en Energía.

La FIA es un área académica comprometida con la excelencia académica y la preparación integral de sus estudiantes. A lo largo de su historia, ha impulsado estrategias innovadoras para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en disciplinas fundamentales como la ingeniería, fortaleciendo las competencias técnicas y transversales de sus estudiantes. La FIA, en particular, trabajó en el desarrollo de metodologías que contribuyan a la consolidación de conocimientos y a la formación de especialistas capaces de resolver los problemas del sector productivo.

En el ámbito de la educación superior, la formación de ingenieros enfrenta el desafío de garantizar que los estudiantes adquieran no solo conocimientos técnicos sólidos, sino también habilidades transversales que los preparen para un entorno laboral cada vez más competitivo. Las materias de ciencias básicas, como álgebra superior, matemáticas básicas, cálculo diferencial e integral, suelen ser fundamentales en la formación inicial de los ingenieros, pero también representan áreas donde los estudiantes enfrentan mayores dificultades académicas, lo que puede llevar a índices elevados de reprobación y deserción.

En respuesta a esas necesidades, la FIA ha explorado una amplia gama de estrategias pedagógicas. Entre ellas, la tutoría entre pares, en donde se ha demostrado ampliamente que un alumno razona mejor un aspecto matemático cuando es capaz de llevarlo a su propio contexto, lo cual es fundamental en la forma de enseñar y aprender que hoy en día se trabajan, dado que se debe llevar al estudiante de lo declarativo a lo procedimental y viceversa, pero teniendo en cuenta desde lo didáctico, cuándo o cuáles estrategias utilizar (Hernández Mesa et al., 2015), (Rochera et al., 1990) y (Llinares, 2013). Lo anterior se refuerza si el mentor es otro alumno de grados superiores, el cual comprende de manera reciente las debilidades en el proceso del aprendizaje, tomando en cuenta el contorno ambiental, social y psicológico y que los docentes llegan a comprender de manera tardía ya sea por la carga docente o por la constante de tiempo de retroalimentación. Desde esta perspectiva, el presente trabajo es considerado, en el ámbito de control de sistemas, como un control que se adelanta al error "feedforward" o anticipativo. Adicionalmente se ha mostrado que este enfoque es una forma efectiva de promover:

- Actividades de aprendizaje cooperativo.
- Acciones que promueven el aprendizaje.
- Cultivar habilidades sociales.

Sin embargo, la implementación de tales programas a menudo enfrenta problemas como: falta de estructura organizada, dificultad para continuar con el trabajo de seguimiento una

vez que los estudiantes han tomado la asesoría, amplia participación entre todas las partes educativas (estudiantes, padres, profesores), las cuales sigue siendo difíciles de alcanzar.

Considerando estas circunstancias, la FIA de UNACAR ha diseñado e implementado un sistema de tutoría entre pares que se apoya no solo en estudiantes con calificaciones altas, sino también en profesores como consultores pares activos. Este proyecto tiene como objetivo las siguientes atribuciones, las cuales son de suma importancia para un ingeniero: consolidar el aprendizaje de los estudiantes; fomentar habilidades críticas como el trabajo en equipo; mejorar el dominio de la oratoria; y promover la autogestión.

Este trabajo se centra en la implementación de un sistema que responde a un enfoque educativo que busca superar las barreras tradicionales que dificultan el aprendizaje colaborativo, al establecer mecanismos claros de seguimiento y evaluación. Se diseñaron estrategias para mantener la continuidad de las tutorías, aunque los estudiantes hayan concluido su participación inicial, garantizando con esto un aprendizaje sostenible. En concordancia con los valores y principios de la UNACAR, esta estrategia fomenta un ambiente de aprendizaje inclusivo y colaborativo, donde el conocimiento se comparte y se enriquece a través de la interacción entre pares. Este modelo no solo contribuye a la mejora del desempeño académico, sino que también fortalece la capacidad de los estudiantes para adaptarse a entornos dinámicos, promoviendo el desarrollo de competencias profesionales alineadas con las necesidades del sector productivo y la sociedad. Durante el desarrollo del proyecto se consideraron tres interrogantes claves para su diseño e implementación:

1. ¿Qué estrategias y recursos son necesarios para poder garantizar la continuidad y sostenibilidad del sistema de tutorías entre pares a lo largo del tiempo?
2. ¿Cómo se puede seleccionar, capacitar y motivar a los alumnos asesores pares para que su colaboración sea efectiva y enriquecedora en el aprendizaje colaborativo?
3. ¿De qué forma es posible evaluar el impacto del sistema de tutorías en el rendimiento académico y en el desarrollo de habilidades profesionales de los estudiantes?

METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló con el objetivo de implementar un sistema de asesoría entre pares en materias de ciencias básicas, específicamente álgebra superior, matemáticas básicas, cálculo diferencial e integral. La metodología se estructuró en cuatro fases: 1. Selección de asesores pares, 2. Diseño de herramientas de retroalimentación, 3. Ejecución de las sesiones de asesoría, y 4. Evaluación continua del proceso.

1. Selección de asesores pares

La selección de asesores pares se realizó con la colaboración de profesores quien también fungieron como asesores pares y quienes tuvieron un papel muy importante ya que fueron quienes identificaron a aquellos alumnos con alto rendimiento, habilidades para explicar conceptos o han brindado apoyo informal a sus compañeros en estas materias de ciencias básicas. Los criterios fueron los siguientes:

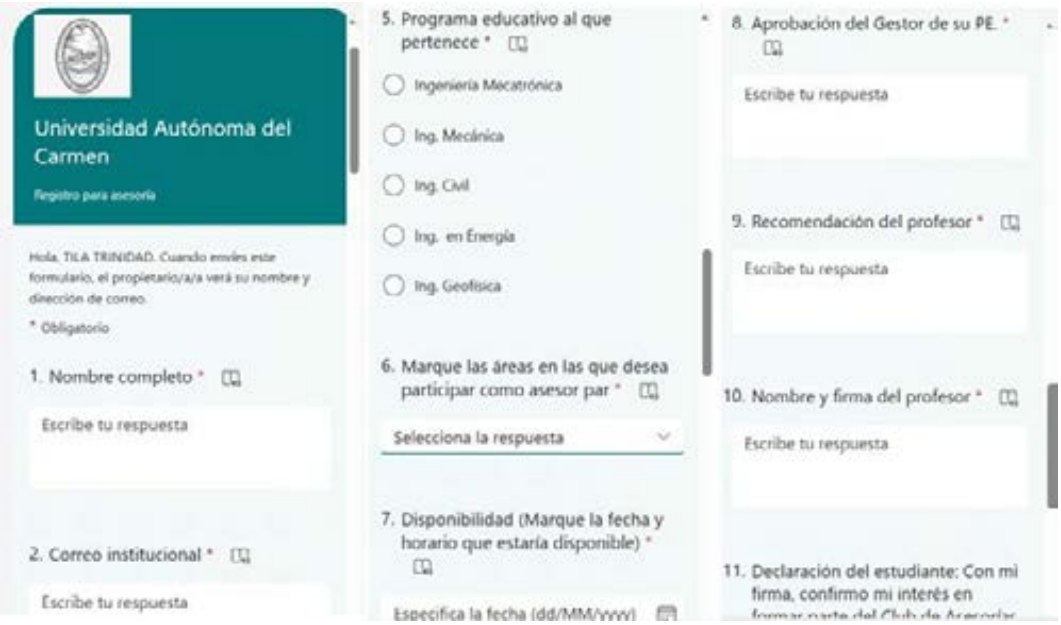
- Desempeño académico: se estableció un umbral mínimo de calificaciones en asignaturas propuestas para las asesorías.

- Habilidades interpersonales: Se evalúo la capacidad de comunicación, la empatía y la disponibilidad de colaboración.
- Compromiso al servicio y motivación: se consideró la actitud proactiva y el interés en contribuir al aprendizaje de sus compañeros.
- Diseño de un proceso de evaluación: se invitaron a los estudiantes a postularse mediante una autoevaluación donde se detallan sus fortalezas en áreas específicas.
- Entrevista: esta consistió en una dinámica grupal, donde se debatió un tema y se pidió a los postulantes expusieran brevemente algún concepto o resolución del problema propuesto, esto con el propósito de observar su habilidad didacta y tomar nota para su retroalimentación.

Estas estrategias implementadas permitieron no solo identificar a los estudiantes con mejor desempeño, sino también fortalecer sus habilidades comunicativas y pedagógicas, permitiendo asegurar que pudieran apoyar de manera efectiva a sus compañeros, con este proceso de selección se aseguró generar una cultura de colaboración y excelencia académica, fundamental en el campo de las ciencias básicas.

En (Irepan Núñez et al., 2015) se menciona que el uso de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (NTIC), aplicadas a la educación, marca cambios notables en las estrategias de enseñanza-aprendizaje, idónea para fomentar las Competencias Básicas de los programas educativos, para facilitar el proceso de selección, fue desarrollado un formato de registro de Asesor-par haciendo uso de la aplicación *Microsoft forms*® como se muestra en la Figura 1 y apoyándose en la plataforma *Microsoft Teams*® para un soporte virtual y se tienen dos formas de ingreso ya sea por un ”Link” o por código ”QR”.

Figura 1. *Formato para registro de Asesor-par.*



Esta selección se llevó a cabo durante la primera semana de inicio de semestre. Las evaluaciones de diagnóstico se aplicaron en materias como Matemáticas, Física,

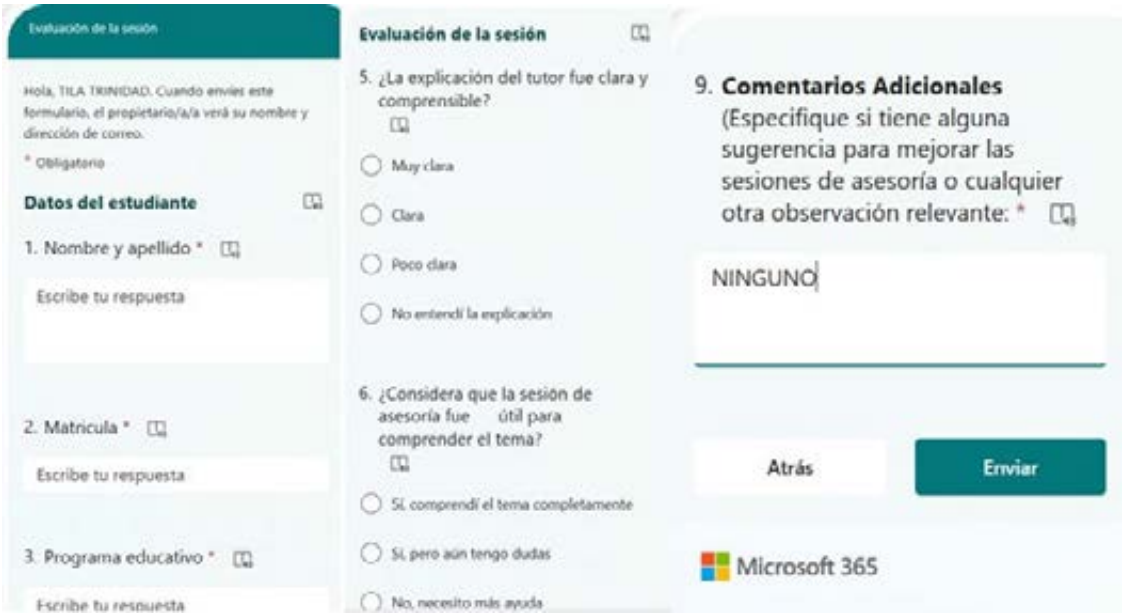
Programación y otras materias relevantes para poder identificar las deficiencias en los estudiantes; cabe mencionar que de acuerdo con los resultados obtenidos se determinó la asignación de tutores.

2. Diseño de herramientas de retroalimentación

De acuerdo con (Ricardo et al., 2011), la importancia de "diseñar propiamente el proceso de evaluación como una forma de prever, en medida de lo posible lo que el evaluador va a hacer, los recurso que va a requerir y el tiempo que va a emplear para lograr sus objetivos" se planteó una medida para evaluar el avance académico de los estudiantes y el desempeño de los asesores pares. Se realizó una valoración periódica para ajustar las estrategias y ofrecer capacitación adicional, o cambio del asesor si fuese el caso. Para esta tarea, se desarrollaron formatos específicos para registrar el progreso de los estudiantes y evaluar la efectividad de las asesorías. Todo esto se realizó por medio de formatos en *Microsoft forms*®.

La Figura 2, muestra el formato de retroalimentación de los estudiantes hacia los asesores, permitiendo cambios de asesor en caso de que el estilo de enseñanza no se adaptara a sus necesidades.

Figura 2. *Evaluación de la sesión.*



La Figura 3, muestra el formato para canalizar a estudiantes y sugerir áreas específicas a reforzar. La Figura 4, evidencia el trabajo el trabajo en equipo y se motivó a los estudiantes a participar activamente, desarrollando su confianza para hablar en público.

Figura 3. *Evaluación al alumno.*

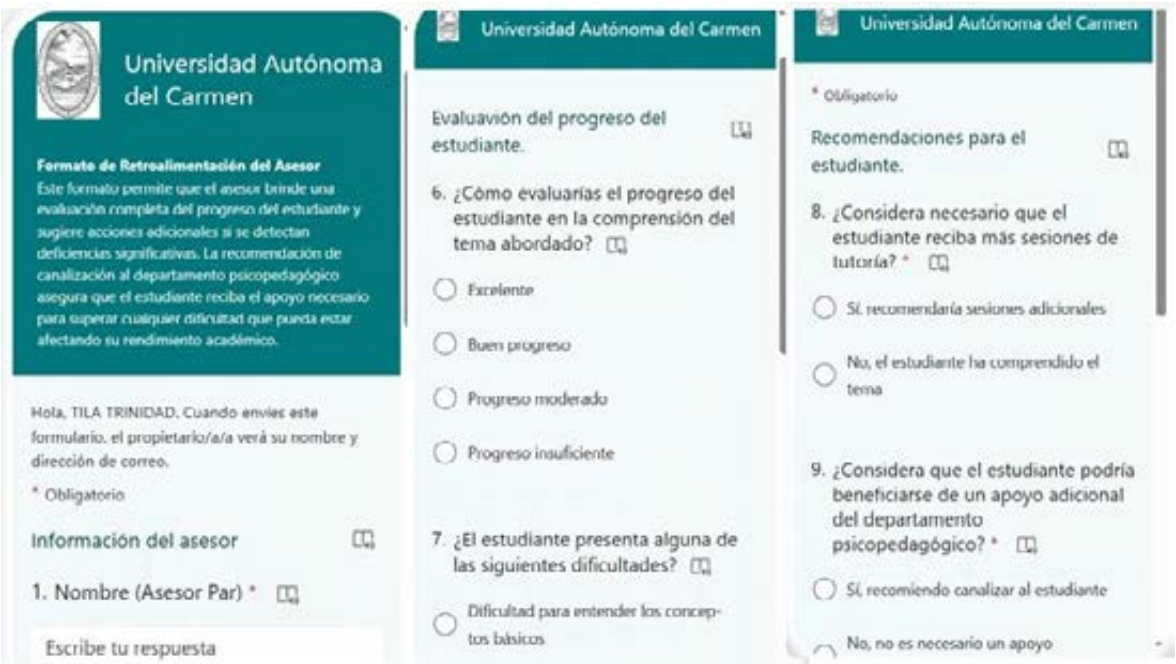


Figura 4. *Actividades didácticas de apoyo.*

Durante la fase de implementación (semana 3-4) las sesiones se realizaron semanalmente, con un enfoque en la resolución de dudas, explicación de conceptos básicos y prácticas guiadas. Los asesores pares utilizaron estrategias pedagógicas adaptadas a las necesidades de cada estudiante, se utilizaron materiales interactivos y recurso en línea para reforzar el aprendizaje haciendo uso de las NTICS como *GeoGebra* Clásico ya que según,(Jiménez García & Jiménez Izquierdo, 2017) “es el software que proporciona una excelente opción para mejorar la actividad central de las matemáticas en la resolución de problemas y es una herramienta adecuada para utilizar como estrategia en la enseñanza de las ciencias exactas”

3. Evaluación y seguimiento

Cada viernes, el profesor coordinador se reunió con los asesores pares (estudiantes y profesores) para evaluar el avance de los estudiantes asesorados. Durante estas reuniones, se discutieron las estrategias implementadas, los resultados obtenidos y las posibles mejoras. En todo momento se garantizó que las reuniones semanales se llevaran a cabo en un ambiente donde todos los participantes (profesor coordinador, Asesor-par, estudiantes y profesores asesores) se sientan cómodos compartiendo observaciones y sugerencias. Esta retroalimentación permitió ajustar el enfoque de las sesiones y garantizar que los estudiantes recibieran el apoyo necesario.

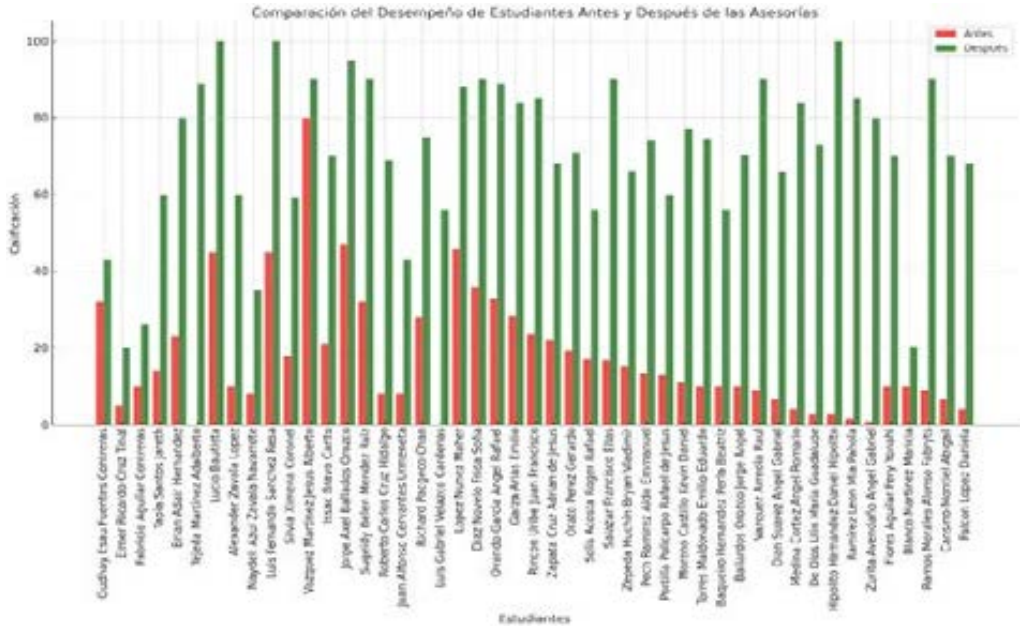
Dado que las habilidades sociales forman un conjunto de estilos y hábitos de relación que permiten mantener un nivel adecuado de relación interpersonal, tal como se expresa en (Manuel Fernández Balmón, 2022) la implementación de este sistema de asesoría entre pares no solo se enfocó en incrementar el rendimiento académico, sino también en desarrollar habilidades blandas transversales como el liderazgo, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva, elementos fundamentales en la formación integral de los futuros ingenieros.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la implementación del sistema de asesoría entre pares reflejan mejoras significativas en el desempeño académico de los estudiantes participantes. En la Figura 5, se observó una disminución en los índices de reprobación en las asignaturas de ciencias básicas, así como un incremento en la participación y comprensión de los conceptos clave.

El programa también fortaleció el aprendizaje de los asesores pares, quienes, al explicar los conceptos a sus compañeros, consolidaron su conocimiento y desarrollaron habilidades pedagógicas. Se constató, asimismo, que la retroalimentación continua y la opción de cambiar de asesor favorecieron un incremento en el desempeño de los alumnos con el proceso de enseñanza. La participación de profesores en el programa permitió una supervisión más estructurada y un enfoque más integral en la resolución de dificultades académicas.

Figura 5. *Estadística de calificaciones.*



CONCLUSIONES

El sistema de asesoría entre pares implementado en la FIA ha demostrado ser una estrategia efectiva para fortalecer el aprendizaje colaborativo y mejorar el rendimiento académico. En algunas asignaturas de ciencias básicas mostraron una disminución en los índices de reprobación, una mayor participación estudiantil y un fortalecimiento de las habilidades de comunicación, liderazgo y trabajo en equipo. La combinación de asesores estudiantiles y profesores ha permitido un enfoque más estructurado y una mayor participación de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. Se evidenció que la implementación de formatos digitales, a través de plataformas como *Microsoft Teams*® y *Microsoft Forms*®, ha permitido un seguimiento constante y organizado de las sesiones, permitiendo llevar un registro estadístico detallado de las interacciones y progresos obtenidos en cada sesión, lo que permite la retroalimentación constante y organizada.

El distintivo de este trabajo es la implementación del sistema a través de *Microsoft Teams*® y *Microsoft Forms*®, permitiendo un seguimiento estadístico automatizado y la opción de cambiar de asesor, adaptándose al estilo de aprendizaje de cada estudiante; la participación activa de profesores como asesores pares y las reuniones semanales para la evaluación y mejora del proceso no es una práctica común en otros programas, lo que convierte esta iniciativa en un modelo anticipativo, adaptable y replicable en otras instituciones educativas.

BIBLIOGRAFÍA

Fernández Balmón, M. (2022). *UF0346: Comunicación efectiva y trabajo en equipo* (1.ª ed.). Ediciones Paraninfo. https://www.paraninfo.es/catalogo/9788413665030/uf0346---comunicacion-efectiva-y-trabajo-en-equipo

Hernández-Mesa, L., García, M., & Mendivil Rosas, G. (2017). Estrategia de enseñanza y aprendizaje en matemáticas teniendo en cuenta el contexto del alumno y su perfil de

egreso. Asesoría entre pares. *Boletín Redipe*, *4*(12), 45–58. https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/304

Irepan Núñez, L., Oseguera Camacho, E. S., & Hernández Gálvez, A. (2015). Incorporación de NTIC en asignaturas curriculares de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, *1*(2), 1–8. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/161

Jiménez García, J. G., & Jiménez Izquierdo, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, *4*(7). https://www.ctes.org.mx/index.php/ctes/article/view/654

Llinares, S. (2013). El desarrollo de la competencia docente "mirar profesionalmente" la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *Educar em Revista*, *(50),* 117–133. https://doi.org/10.1590/S0104-40602013000400009

Valenzuela González, J. R., Ramírez Montoya, M. S., & Alfaro Rivera, J. A. (2011). Cultura de evaluación en instituciones educativas: Comprensión de indicadores, competencias y valores subyacentes. *Perfiles Educativos*, *33*(131), 42–63. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000100004

Rochera, M. J., Barberà Gregori, E., & Onrubia Goñi, J. (1990). La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas: Una perspectiva psicológica. En J. Palacios, A. Marchesi, & C. Coll (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación. Vol. 2: Psicología de la educación escolar* (pp. 487–508). Alianza Editorial.

OPTIMIZACIÓN DEL EMPAREJAMIENTO TUTOR-ESTUDIANTE CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EDUCACIÓN SUPERIOR

OPTIMIZING TUTOR-STUDENT MATCHING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION

J. I. Campos Bravo[1]
E. Ramírez Lazos[2]
J. C. Ortiz León[3]
J. A. López Hernández[4]

RESUMEN

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior ha abierto nuevas oportunidades para optimizar las experiencias de aprendizaje. Este estudio propone un enfoque innovador para la tutoría estudiantil mediante el uso de técnicas de IA, específicamente algoritmos evolutivos y redes neuronales. Se realizará una encuesta para determinar los perfiles de aprendizaje de los estudiantes, que servirá como base para un sistema inteligente de asignación de tutores a largo plazo. Los datos recopilados serán analizados utilizando técnicas de aprendizaje automático para clasificar a los estudiantes en distintas categorías de aprendizaje. La metodología propuesta tiene como objetivo mejorar los resultados del aprendizaje estudiantil al emparejar a los alumnos con los tutores más adecuados según sus preferencias cognitivas y metodológicas. El estudio también aborda las consideraciones éticas relacionadas con la privacidad de los datos y la toma de decisiones basada en IA. Se espera que los hallazgos contribuyan al desarrollo de estrategias educativas adaptativas y basadas en datos en las instituciones de educación superior.

ABSTRACT

The integration of artificial intelligence (AI) in higher education has opened new avenues for optimizing learning experiences. This study proposes a novel approach to student tutoring by leveraging AI techniques, specifically evolutionary algorithms and neural networks. A survey will be conducted to determine students' learning profiles, which will serve as the foundation for a future intelligent tutor assignment system. The collected data will be analyzed using machine learning techniques to classify students into distinct learning categories. Evolutionary algorithms will be employed to optimize tutor-student pairings, ensuring personalized and efficient guidance. The proposed methodology aims to enhance student learning outcomes by matching learners with the most suitable tutors based on their cognitive and methodological preferences. The study also discusses the ethical considerations surrounding data privacy and AI-driven decision-making. The findings are expected to contribute to the development of adaptive and data-driven educational strategies in higher education institutions.

ANTECEDENTES

La inteligencia artificial en la educación superior

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación superior ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, transformando la manera en que estudiantes y docentes interactúan con el conocimiento.

En sus inicios, las aplicaciones de la IA se limitaban a tareas como la automatización de evaluaciones y la gestión de contenidos en entornos virtuales de aprendizaje. Sin embargo,

[1] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) jorgecampos47@aragon.unam.mx
[2] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM estebanlazosz8@aragon.unam.mx
[3] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM juanortizk7@aragon.unam.mx
[4] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM jorgelopez91@aragon.unam.mx

con el avance de la tecnología y la disponibilidad de grandes volúmenes de datos educativos, la IA ha ampliado su alcance, permitiendo la implementación de sistemas adaptativos que personalizan la experiencia de aprendizaje según las necesidades individuales de cada estudiante.

Actualmente, la IA está redefiniendo conceptos tradicionales en la educación superior. Herramientas como asistentes virtuales, plataformas de tutoría inteligente y sistemas de análisis predictivo están siendo utilizadas para mejorar la eficiencia y la calidad del proceso educativo. Estas innovaciones no solo optimizan la gestión académica, sino que también permiten una mayor inclusión al ofrecer soluciones personalizadas para estudiantes con diversos estilos de aprendizaje o necesidades especiales (Luckin et al., 2016, Woolf, 2010, Zawacki-Richter et al., 2019). La importancia actual de la IA radica en su capacidad para transformar el modelo tradicional de educación hacia uno más flexible y centrado en el estudiante, promoviendo una educación accesible, equitativa y orientada al futuro.

Algoritmos evolutivos en educación

Los algoritmos evolutivos, inspirados en los procesos naturales de selección y evolución, han encontrado aplicaciones significativas en el ámbito educativo. Estas técnicas de inteligencia artificial se basan en principios como la mutación, la recombinación y la selección para resolver problemas complejos mediante la búsqueda de soluciones óptimas en espacios grandes de posibilidades (Mitchell, 1998).

En educación, los algoritmos evolutivos se han utilizado principalmente para la optimización de recursos y procesos. Un ejemplo destacado es su aplicación en el diseño de horarios académicos, donde se enfrentan restricciones como disponibilidad de docentes, capacidad de aulas y preferencias de los estudiantes. Otro uso relevante de los algoritmos evolutivos en la educación es el desarrollo de sistemas que evalúan y mejoran continuamente el diseño curricular. Mediante la simulación y evaluación de diferentes configuraciones curriculares, estos algoritmos pueden identificar las combinaciones más efectivas para alcanzar los objetivos educativos.

Con el crecimiento exponencial de datos educativos disponibles, los algoritmos evolutivos también se utilizan en el análisis de grandes volúmenes de información para identificar patrones y tendencias que permitan mejorar la toma de decisiones en la gestión académica. Estas aplicaciones subrayan el potencial de los algoritmos evolutivos para abordar problemas complejos y promover la eficiencia en la educación superior.

Redes neuronales en la educación

Las redes neuronales, un componente clave de la inteligencia artificial, se inspiran en la estructura del cerebro humano para procesar información de manera eficiente (Goodfellow et al., 2016, Sazli, 2006, Schmidhuber, 2015). Estas redes consisten en capas de neuronas artificiales que trabajan en conjunto para identificar patrones, clasificar datos y realizar predicciones.

En el contexto de la educación superior, las redes neuronales han demostrado ser herramientas poderosas para analizar grandes volúmenes de datos educativos y proporcionar soluciones personalizadas (Bilal et al., 2022). Un uso destacado es su aplicación en sistemas

de tutoría inteligente, donde las redes pueden adaptarse al progreso de cada estudiante y ofrecer retroalimentación en tiempo real. Por ejemplo, plataformas de aprendizaje basadas en IA utilizan redes neuronales para recomendar materiales de estudio personalizados según las áreas de mejora de cada estudiante.

Otro campo donde las redes neuronales han mostrado su impacto es el análisis predictivo del desempeño estudiantil. Estas técnicas permiten identificar patrones en el comportamiento de los estudiantes que pueden predecir su éxito o abandono académico, facilitando la implementación de intervenciones tempranas.

Además, las redes neuronales también han sido utilizadas en el desarrollo de modelos para la evaluación automatizada de trabajos escritos, lo que reduce la carga administrativa de los docentes y mejora la eficiencia en la retroalimentación. Estas aplicaciones resaltan el potencial de las redes neuronales para transformar la educación superior al proporcionar herramientas innovadoras que optimizan tanto el aprendizaje como la enseñanza.

Sinergia entre algoritmos evolutivos y redes neuronales

La combinación de algoritmos evolutivos y redes neuronales ha dado lugar a un campo emergente conocido como neuro evolución (Stanley et al., 2019). Este enfoque utiliza algoritmos evolutivos para optimizar arquitecturas de redes neuronales y ajustar sus hiperparámetros, lo que resulta en modelos más eficientes y precisos.

En educación superior, esta sinergia ha demostrado ser útil en aplicaciones como la generación de contenidos educativos adaptativos, donde los algoritmos evolutivos ayudan a diseñar redes neuronales capaces de identificar las mejores estrategias de enseñanza para grupos heterogéneos de estudiantes. Por ejemplo, sistemas de recomendación que combinan ambas técnicas pueden predecir con mayor precisión las necesidades individuales de los estudiantes y ofrecer soluciones personalizadas.

Otro ejemplo es el uso de neuro evolución en simuladores educativos avanzados, donde se optimizan modelos para predecir resultados basados en diferentes escenarios académicos. Esto permite a las instituciones tomar decisiones informadas sobre políticas educativas y estrategias de enseñanza.

Aunque esta combinación ofrece grandes beneficios, también presenta retos, como el elevado costo computacional y la complejidad en la interpretación de los modelos resultantes. Sin embargo, los avances continuos en estas áreas prometen superar estas limitaciones, allanando el camino para una educación superior más innovadora y efectiva.

Retos y desafíos históricos

A pesar de los avances en la aplicación de la inteligencia artificial en la educación superior, existen numerosos retos que deben ser abordados para garantizar su implementación efectiva y ética. Uno de los principales desafíos es la disponibilidad y calidad de los datos educativos. Muchas instituciones carecen de infraestructuras adecuadas para recopilar y analizar datos, lo que limita el alcance de las soluciones basadas en IA.

Otro reto importante es el costo asociado a la implementación de estas tecnologías, ya que el desarrollo y despliegue de modelos avanzados requiere recursos computacionales significativos. Además, la falta de capacitación en el uso de estas herramientas representa una barrera para docentes y administradores.

Desde una perspectiva ética, surgen preocupaciones sobre la privacidad de los datos y los posibles sesgos en los modelos de IA. Es fundamental garantizar que las soluciones sean inclusivas y no perpetúen desigualdades existentes. Para ello, es necesario establecer regulaciones claras y promover una mayor transparencia en el diseño y uso de estas tecnologías.

Finalmente, la resistencia al cambio cultural en algunas instituciones también constituye un obstáculo. La adopción de tecnologías innovadoras requiere un cambio de mentalidad tanto en estudiantes como en docentes, así como un compromiso institucional hacia la modernización del sistema educativo.

Planteamiento del Problema

La tutoría en educación superior juega un papel fundamental en el éxito académico de los estudiantes, ya que proporciona apoyo personalizado para resolver dudas, desarrollar habilidades y fortalecer el aprendizaje autónomo. Sin embargo, la asignación de tutores suele realizarse de manera arbitraria o basada en criterios generales que no consideran las características individuales de los estudiantes. Esto puede generar emparejamientos poco efectivos, donde el tutor asignado no es el más adecuado para atender las necesidades específicas del alumno.

Dado el avance en la aplicación de inteligencia artificial (IA) en la educación, surge la oportunidad de mejorar este proceso mediante técnicas de aprendizaje automático y optimización. El presente estudio explora cómo los algoritmos evolutivos y las redes neuronales pueden emplearse para mejorar la asignación de tutores en educación superior, considerando los estilos de aprendizaje de los estudiantes y sus preferencias metodológicas.

Los objetivos de esta investigación son los siguientes:

1. Identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes mediante un modelo basado en inteligencia artificial, comparando los resultados obtenidos con su autopercepción.
2. Evaluar la eficacia de una red neuronal con optimización evolutiva para clasificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes en función de sus respuestas a un cuestionario basado en el modelo VARK.
3. Determinar la relación entre la percepción subjetiva y los resultados obtenidos mediante IA, analizando la precisión del modelo en comparación con la autoevaluación de los estudiantes.
4. Explorar el potencial de la IA para personalizar estrategias de aprendizaje, identificando perfiles mixtos y la posibilidad de enfoques educativos adaptativos.

Las preguntas de investigación que guían este estudio son:

1. ¿Qué tan efectiva es la inteligencia artificial para predecir los estilos de aprendizaje de los estudiantes en comparación con la autopercepción de estos?

2. ¿Cómo influye la precisión del modelo en la asignación de tutores adecuados para cada estudiante?

¿Cuáles son las ventajas y limitaciones de implementar un sistema basado en IA para la asignación de tutores en educación superior?

La justificación de este estudio radica en la necesidad de optimizar los recursos educativos y mejorar la experiencia de los estudiantes mediante estrategias personalizadas. Un sistema basado en IA puede contribuir a reducir la tasa de deserción, mejorar el rendimiento académico y hacer más eficiente el proceso de tutoría. Además, al proporcionar una asignación más precisa, se fomenta una educación más equitativa y adaptativa.

Contexto de la Investigación

Este estudio se llevó a cabo en la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en la carrera de Ingeniería en Computación. Se aplicó una encuesta a estudiantes de distintos semestres con el objetivo de identificar sus estilos de aprendizaje utilizando el modelo VARK (Visual, Auditivo, Lectura/Escritura y Kinestésico). Además, se exploró el uso de herramientas de IA generativa en su proceso de aprendizaje.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante algoritmos de aprendizaje automático para analizar la distribución de los estilos de aprendizaje en la población estudiantil. Posteriormente, se implementó un modelo de red neuronal con evolución evolutiva para predecir el estilo de aprendizaje de los estudiantes en función de sus respuestas.

Para la validación del modelo, se compararon los resultados obtenidos por la red neuronal con la autopercepción de los estudiantes y la asignación de los estilos usando el modelo VARK. Finalmente, se analizaron los hallazgos en términos de su aplicabilidad en la asignación de tutores en el contexto universitario.

Limitaciones del Estudio

Si bien este estudio ofrece una aproximación innovadora a la asignación de tutores mediante IA, presenta algunas limitaciones:

1. Tamaño y diversidad de la muestra: La investigación se realizó con estudiantes de una única institución y carrera, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otros contextos académicos.
2. Autopercepción subjetiva: La comparación entre la predicción de la IA y la autoevaluación de los estudiantes puede verse afectada por sesgos cognitivos en la percepción de su propio aprendizaje.
3. Capacidad computacional: El entrenamiento de redes neuronales y algoritmos evolutivos requiere un alto poder de cómputo, lo que puede dificultar su implementación en instituciones con recursos limitados.
4. Factores externos: La efectividad del modelo podría estar influenciada por variables no consideradas en este estudio, como el nivel de motivación de los estudiantes o su contexto socioeconómico.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los resultados de este estudio, se diseñó un enfoque basado en inteligencia artificial con el objetivo de optimizar la asignación de tutores en función de los estilos de aprendizaje de los estudiantes. La metodología se estructuró en cuatro fases principales: diseño de la encuesta, recolección de datos, procesamiento y análisis de datos, e implementación del modelo de IA.

Diseño de la Encuesta

Se elaboró un cuestionario estructurado en dos secciones principales:

- Identificación del estilo de aprendizaje: Se utilizó el modelo VARK (Visual, Auditivo, Lectura/Escritura y Kinestésico) para clasificar a los estudiantes según sus preferencias cognitivas.
- Uso de herramientas de IA generativa: Se incluyeron preguntas para explorar la familiaridad y uso de herramientas como ChatGPT y DALL-E en su proceso de aprendizaje.

El cuestionario fue validado mediante una prueba piloto con un grupo reducido de estudiantes para garantizar su claridad y relevancia.

Recolección de Datos

La encuesta se aplicó a 216 estudiantes de la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la UNAM, específicamente de la carrera de Ingeniería en Computación. Se empleó un formulario digital para recopilar las respuestas y almacenarlas en formato CSV para su posterior análisis.

Los datos obtenidos incluyen:

- Preferencias de aprendizaje según el modelo VARK.
- Nivel de familiaridad con herramientas de inteligencia artificial.
- Información demográfica básica para contextualizar los resultados.

Procesamiento y Análisis de Datos

Para el análisis de los datos, se siguieron los siguientes pasos:

1. Preprocesamiento de datos:
   - Conversión de respuestas cualitativas en valores numéricos.
   - Eliminación de datos inconsistentes o incompletos.
   - Normalización de los valores para su uso en algoritmos de clasificación.
2. Clasificación de estudiantes:
   - Se aplicaron algoritmos de clasificación para agrupar a los estudiantes en las cuatro categorías del modelo VARK.
   - Se realizó un análisis estadístico de la distribución de los estilos de aprendizaje en la población estudiada.
3. Evaluación de la autopercepción:
   - Se compararon los resultados obtenidos por la IA con la autoevaluación de los estudiantes.
   - Se calculó la precisión de la autopercepción en relación con la clasificación automática.

Implementación del Modelo de IA

Para predecir el estilo de aprendizaje de los estudiantes, se diseñó una red neuronal artificial combinada con un algoritmo evolutivo.

Arquitectura de la Red Neuronal

- Entradas: 14 nodos representando las respuestas del cuestionario.
- Capa oculta: 7 neuronas para capturar relaciones no lineales entre las variables.
- Salida: 4 nodos correspondientes a los estilos de aprendizaje (visual, auditivo, lectura/escritura y kinestésico).
- Función de activación: Se utilizó una función softmax en la capa de salida para asignar una probabilidad a cada estilo de aprendizaje.
- Entrenamiento: Se ejecutaron 10,000 generaciones en el algoritmo evolutivo para ajustar los pesos sinápticos y optimizar la precisión del modelo.

Validación del Modelo

Dado que no existe una clasificación "correcta" en términos absolutos para los estilos de aprendizaje, la validación del modelo se realizó comparando los resultados obtenidos por la red neuronal con los del modelo VARK tradicional basado en la autoevaluación de los estudiantes.

Para ello, se analizaron las diferencias en la distribución de los estilos de aprendizaje entre ambos enfoques:

- La encuesta VARK indicó que los estilos predominantes en la población estudiada eran visual (46.1%) y kinestésico (38.9%), con una menor representación de los estilos auditivo y lectura/escritura.
- La red neuronal, en contraste, mostró que el 56.64% de los estudiantes eran kinestésicos y solo el 27.43% eran visuales, lo que sugiere que la percepción subjetiva puede no reflejar con precisión la verdadera distribución de estilos de aprendizaje.

Adicionalmente, el modelo de IA permitió identificar perfiles de aprendizaje mixtos, un aspecto que el modelo VARK tradicional no contempla. La red neuronal asignó pesos relativos a cada estilo en lugar de realizar una clasificación binaria, revelando que el 28.32% de los estudiantes no encajaban exclusivamente en una sola categoría de aprendizaje.

En lugar de validar el modelo con una clasificación absoluta, este análisis permitió contrastar cómo la inteligencia artificial ofrece una perspectiva diferente y posiblemente más matizada de los estilos de aprendizaje. La identificación de combinaciones entre diferentes estilos sugiere que los métodos tradicionales podrían estar limitados por la subjetividad de la autoevaluación y la rigidez de su clasificación.

Visualización de Resultados

Los hallazgos fueron representados mediante gráficos de distribución y tablas comparativas que muestran:

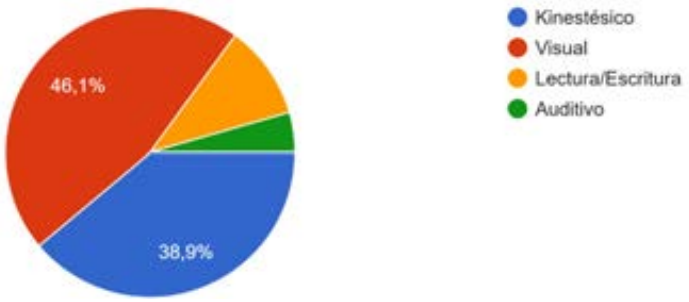
- La proporción de estudiantes en cada categoría de aprendizaje según la encuesta.
- La clasificación obtenida mediante el modelo de IA.
- El porcentaje de coincidencia entre la autoevaluación y la predicción del modelo.

Además, se identificaron casos de aprendizaje mixto, donde los estudiantes mostraban características de más de un estilo de aprendizaje, lo que sugiere la necesidad de enfoques educativos más flexibles.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los estudiantes revelan una distribución variada de los estilos de aprendizaje predominantes. Como se observa en la Figura 1, la mayoría de los estudiantes se identificaron como visuales (46.1%) y kinestésicos (38.9%), mientras que los estilos de aprendizaje auditivo (pequeño porcentaje) y lectura/escritura (5.3%) fueron menos representados como se puede ver en la Figura 1.

Figura 1 *Resultados obtenidos en la encuesta.*



Por otro lado, los resultados obtenidos a través de la red neuronal mostraron una distribución diferente en cuanto a los estilos de aprendizaje predominantes. De acuerdo con el análisis del modelo, el 27.43% de los estudiantes fueron clasificados como visuales, el 10.62% como auditivos, el 5.31% como de lectura/escritura y el 56.64% como kinestésicos, como se muestra en la Figura 2. Esta discrepancia entre la percepción de los estudiantes y los resultados de la red neuronal destaca la necesidad de metodologías objetivas para evaluar el tipo de aprendizaje.

Figura 2 *Resultados obtenidos a partir del entrenamiento de la red neuronal.*

Un hallazgo clave de este estudio es la identificación de perfiles de aprendizaje mixtos. La red neuronal permitió determinar que un 28.32% de los estudiantes no pertenecen exclusivamente a un único estilo de aprendizaje, sino que muestran características de más de un estilo. Este hallazgo sugiere que los enfoques educativos personalizados deben considerar la flexibilidad y adaptabilidad de cada estudiante en lugar de encasillarlos en una única categoría de aprendizaje.

Por ejemplo, la salida de la red neuronal para un estudiante específico mostró los siguientes valores:

- Visual: 0.0071
- Auditivo: 0.9176
- Lectura/Escritura: 0.2154
- Kinestésico: 0.0018

Este resultado indica que, aunque el aprendizaje auditivo es predominante en este caso, también hay una contribución significativa del aprendizaje por lectura/escritura. Este hallazgo sugiere que los modelos tradicionales que clasifican a los estudiantes en un único tipo de aprendizaje pueden ser limitados y que una aproximación más flexible y basada en inteligencia artificial puede proporcionar una visión más precisa de las preferencias individuales.

Además, el análisis mostró que el 51.33% de los estudiantes acertaron en la identificación de su propio estilo de aprendizaje, lo que indica que existe un margen considerable de percepción subjetiva en la autoevaluación de los estudiantes. Esta diferencia resalta la importancia de complementar la autoevaluación con herramientas analíticas como las redes neuronales para obtener una visión más objetiva del proceso de aprendizaje.

Estos resultados sugieren que, si bien la identificación de un estilo predominante puede ser útil, los sistemas educativos deberían adoptar estrategias que permitan a los estudiantes desarrollar múltiples habilidades de aprendizaje en lugar de centrarse exclusivamente en un único enfoque. En este sentido, la aplicación de inteligencia artificial en la educación ofrece una oportunidad valiosa para comprender mejor las necesidades de los estudiantes y mejorar la personalización del proceso de enseñanza.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio confirman que los estudiantes no se ajustan estrictamente a un único estilo de aprendizaje, sino que presentan combinaciones de diferentes categorías. El uso de inteligencia artificial permitió analizar con mayor precisión la diversidad de estilos de aprendizaje en la población estudiantil, evidenciando que los enfoques tradicionales de clasificación pueden ser limitados.

El primer objetivo del estudio fue identificar los estilos de aprendizaje mediante IA y compararlos con la autopercepción de los estudiantes. Se encontró que solo el 51.33% de los estudiantes identificaron correctamente su estilo de aprendizaje, lo que sugiere que la percepción subjetiva puede no ser un reflejo preciso de sus preferencias cognitivas reales.

En relación con el segundo objetivo, se evaluó una red neuronal optimizada con un algoritmo evolutivo para clasificar los estilos de aprendizaje. Los resultados obtenidos con la IA se contrastaron con los del modelo VARK tradicional, el cual asigna a los estudiantes a una única categoría de aprendizaje. Mientras que el método VARK clásico indicó que los estilos predominantes eran visual (46.1%) y kinestésico (38.9%), la IA reveló una mayor proporción de estudiantes kinestésicos (56.64%) y una menor presencia del estilo visual (27.43%). Esta diferencia sugiere que el modelo VARK, basado en la autoevaluación de los estudiantes, puede generar sesgos en la clasificación.

En cuanto al tercer objetivo, se determinó que la IA puede proporcionar una evaluación más objetiva y detallada de los estilos de aprendizaje en comparación con la autopercepción y con el modelo VARK convencional. Un hallazgo clave fue la identificación de perfiles mixtos, es decir, estudiantes que no pertenecen exclusivamente a un solo estilo de aprendizaje. La red neuronal mostró que un 28.32% de los estudiantes combinaban múltiples estilos, lo que sugiere que los modelos tradicionales, al forzar una clasificación única, pueden no captar la complejidad del aprendizaje real.

Respecto al cuarto objetivo, los resultados sugieren que los modelos de IA pueden mejorar la educación al permitir enfoques más flexibles y personalizados. En lugar de categorizar a los estudiantes de manera rígida, la IA permite identificar gradaciones y combinaciones entre estilos de aprendizaje, lo que podría ser aprovechado en estrategias educativas más adaptativas.

Además, este estudio subraya la importancia de replantear el uso del modelo VARK en entornos educativos. Si bien sigue siendo una herramienta útil, la integración de IA en la identificación de estilos de aprendizaje podría mejorar su precisión y reducir el impacto de la subjetividad en la autoevaluación.

Finalmente, es importante considerar las limitaciones del estudio, como el tamaño de la muestra y la necesidad de evaluar estos modelos en otros contextos académicos. Futuras investigaciones podrían enfocarse en la integración de estos sistemas en plataformas de educación digital para evaluar su impacto en la personalización del aprendizaje y en la efectividad de las estrategias pedagógicas basadas en IA.

BIBLIOGRAFÍA

Bilal Zorić, A., Miloloža, I., y Pejić Bach, M. (2022). *Neural networks for student performance in higher education: Preliminary bibliometric analysis*. En *Interdisciplinary Management Research XVIII (IMR 2022)* (pp. 762–781), Opatija, Croacia. (Actas registradas en EFZG).

Goodfellow, I., Bengio, Y., y Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., y Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson. (PDF de UCL/Google).

Mitchell, M. (1998). *An introduction to genetic algorithms*. MIT Press.

Sazli, M. (2006). A brief review of feedforward neural networks. *Communications, Faculty of Sciences, University of Ankara, Series A2-A3: Physical Sciences and Engineering, 50*(1), 11–17.

Schmidhuber, J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. *Neural Networks, 61*, 85–117. https://doi.org/10.1016/j.neunet.2014.09.003

Stanley, K. O., Clune, J., Lehman, J., y Miikkulainen, R. (2019). Designing neural networks through neuroevolution. *Nature Machine Intelligence, 1*, 24–35. https://doi.org/10.1038/s42256-018-0006-z

Woolf, B. P. (2010). *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—Where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16*, 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

INFRAESTRUCTURA VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA EN INGENIERÍA: SIMULACIÓN Y LABORATORIOS REMOTOS

VIRTUAL INFRASTRUCTURE FOR ENGINEERING EDUCATION: SIMULATION AND REMOTE LABORATORIES

M. A. Elías González Vásquez[1]
R. J. Villa Medina[2]

RESUMEN

La integración de laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de ingeniería permite superar las limitaciones de acceso a equipos físicos, optimizando la formación práctica de los estudiantes. Este estudio presenta el desarrollo e implementación del proyecto Virtual Match Remote Operation Laboratories (ViMROL) en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea, con aplicación en áreas como termoeléctrica, automatización, neumática y refrigeración. La metodología empleada combina Investigación Basada en Diseño (IBD) y Game Design Document (GDD) para diseñar entornos tridimensionales interactivos mediante SimLab Composer, integrados con estaciones de trabajo remotas. Los resultados muestran un incremento en la retención de conocimientos y una mejora en la autonomía de los estudiantes en comparación con prácticas tradicionales. Se concluye que este modelo educativo fortalece las competencias técnicas, facilita la accesibilidad a laboratorios especializados y sienta las bases para su expansión en el Tecnológico Nacional de México.

ABSTRACT

The integration of virtual and remote laboratories in engineering education overcomes limitations related to access to physical equipment, optimizing students' practical training. This study presents the development and implementation of the Virtual Match Remote Operation Laboratories (ViMROL) project at the Instituto Tecnológico Superior de Cananea, applied to thermoelectric, automation, pneumatics, and refrigeration areas. The methodology combines Design-Based Research (DBR) and Game Design Document (GDD) to create interactive three-dimensional environments using SimLab Composer, integrated with remote workstations. The results show an increase in knowledge retention and improvement in student autonomy compared to traditional practices. It is concluded that this educational model strengthens technical competencies, enhances access to specialized laboratories, and lays the foundation for its expansion within the Tecnológico Nacional de México.

ANTECEDENTES

La enseñanza de la ingeniería enfrenta desafíos significativos en la formación de competencias prácticas, debido a las limitaciones de acceso a laboratorios físicos, la obsolescencia del equipo didáctico y la necesidad de adaptar los métodos de enseñanza a las tendencias tecnológicas emergentes. La pandemia evidenció aún más la vulnerabilidad de los modelos educativos tradicionales, ya que la transición forzada hacia modalidades virtuales expuso la carencia de herramientas efectivas para la enseñanza de asignaturas que requieren manipulación de equipos técnicos.

El Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC) ha identificado que la implementación de entornos inmersivos tridimensionales y laboratorios remotos puede ofrecer una solución viable para la enseñanza de ingeniería, permitiendo a los estudiantes adquirir conocimientos prácticos sin restricciones de espacio o tiempo. En este sentido, la propuesta de integrar

[1] Profesor e Investigador de Instituto Tecnológico Superior de Cananea, martin.eliasgonzalez@cananea.tecnm.mx
[2] Profesor, Investigador y Jefe de División Ing. Electromecánica y Ciencias Básicas de Instituto Tecnológico Superior de Cananea, ramon.villa@cananea.tecnm.mx

Realidad Virtual (RV) y tecnologías de automatización y control en las prácticas de laboratorio surge como una estrategia clave para mejorar la formación en áreas como termoeléctrica, automatización, refrigeración y neumática.

En la cual se define el objetivo general en diseñar e implementar prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales y laboratorios remotos, con el propósito de fortalecer la formación de los estudiantes de ingeniería y desarrollar competencias técnicas alineadas con las demandas de la Industria 4.0.

Con el fin de alcanzar el objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

1. Desarrollar prácticas de laboratorio virtual para las áreas de termoeléctrica, automatización, refrigeración y neumática, utilizando el software SimLab Composer y otras herramientas de modelado.
2. Integrar laboratorios remotos mediante la configuración de estaciones de trabajo automatizadas, permitiendo el acceso a equipos físicos a distancia.
3. Evaluar el impacto de los entornos de Realidad Virtual y laboratorios remotos en la adquisición de competencias técnicas por parte de los estudiantes.
4. Elaborar Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL) adecuadas para su implementación en aulas presenciales, híbridas y virtuales.
5. Explorar la viabilidad de expansión del modelo a otras instituciones del Tecnológico Nacional de México (TecNM).

El desarrollo de prácticas de laboratorio mediante Realidad Virtual y Laboratorios Remotos es una estrategia innovadora que responde a la necesidad de mejorar la enseñanza de la ingeniería, garantizando la accesibilidad y optimización de recursos. A través de esta metodología, los estudiantes pueden interactuar con modelos tridimensionales detallados de equipos y simular escenarios de operación en un entorno seguro y controlado.

Según Bekteshi (2025), la implementación de tecnologías inmersivas en la educación técnica no solo aumenta la retención del conocimiento, sino que también mejora la transferencia de habilidades al entorno profesional. Su estudio encontró que los estudiantes que participaron en entornos de VR lograron una mayor asimilación de principios de ingeniería en comparación con aquellos que utilizaron métodos convencionales, lo que sugiere que el aprendizaje inmersivo puede optimizar la adquisición de competencias prácticas.

Por otro lado, (Kaul, 2020) evaluó el impacto de la Realidad Virtual en la enseñanza de disciplinas STEM y concluyó que los estudiantes que realizaron prácticas en entornos virtuales no solo obtuvieron mejores resultados en términos de retención de información, sino que también reportaron una experiencia de aprendizaje más atractiva y efectiva. Su investigación resalta que la interactividad de los laboratorios inmersivos permite a los estudiantes experimentar en escenarios de simulación sin restricciones físicas, aumentando su confianza y motivación en el proceso de aprendizaje.

Además, este enfoque permite superar las limitaciones de los laboratorios físicos tradicionales, como la disponibilidad de equipo, la necesidad de supervisión constante y los riesgos asociados con la manipulación de maquinaria compleja. Asimismo, fomenta un aprendizaje autónomo y flexible, alineado con las tendencias globales en educación superior.

Desde una perspectiva institucional, la implementación de laboratorios virtuales y remotos contribuirá a la modernización del ITSC y fortalecerá su capacidad de formación en áreas estratégicas como automatización, instrumentación y control, con potencial aplicación en sectores industriales clave como minería, manufactura y energías renovables.

El proyecto se lleva a cabo en el Taller de Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC), abarcando diversos laboratorios clave para la formación en ingeniería. Inicialmente, el desarrollo se centra en el Laboratorio Smart Industries, anteriormente conocido como el Centro Integrado de Manufactura (CIM), que cuenta con equipos de automatización, estaciones de trabajo para manufactura avanzada y sistemas de control, los cuales están siendo rehabilitados para su operación en modalidades remotas e inmersivas. Además, la implementación de prácticas virtuales se extiende al Laboratorio Termoeléctrico, el Laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado, y el Laboratorio de Neumática, todos ubicados en el mismo Taller de Electromecánica.

A futuro, el potencial de esta metodología permitirá desarrollar prácticas en otros espacios del ITSC, incluyendo los laboratorios de Hidráulica, Térmica, Manufactura, **Electricidad,** Física y Química, Máquinas y Herramientas, Metrología y Normalización, Pruebas Mecánicas, Instrumentación, y Manufactura Avanzada, fortaleciendo así la formación de los estudiantes en un entorno tecnológico innovador y accesible.

El desarrollo de las prácticas virtuales y remotas se basa en la metodología de Investigación Basada en Diseño (IBD) y en los criterios del Game Design Document (GDD), los cuales han sido adaptados para la educación en ingeniería. La infraestructura utilizada incluye equipos de Realidad Virtual (Meta Quest 2), software de modelado 3D (SolidWorks y SimLab Composer) y plataformas para acceso remoto a estaciones de trabajo por medio de ANYDesk.

Este proyecto representa una evolución en la enseñanza de la ingeniería, integrando tecnologías emergentes para fortalecer el aprendizaje práctico. Al combinar laboratorios virtuales y remotos, se busca no solo ampliar el acceso a herramientas especializadas, sino también mejorar la formación de los estudiantes mediante experiencias más dinámicas e inmersivas. Con ello, se pretende cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, preparando a los futuros ingenieros para los retos tecnológicos e industriales actuales y futuros.

METODOLOGÍA

La presente metodología busca proporcionar un marco detallado para el desarrollo e implementación de prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales y remotos. Se fundamenta en la Investigación Basada en Diseño (IBD) y el Game Design Document (GDD) como enfoques metodológicos clave para la creación de experiencias educativas innovadoras y efectivas.

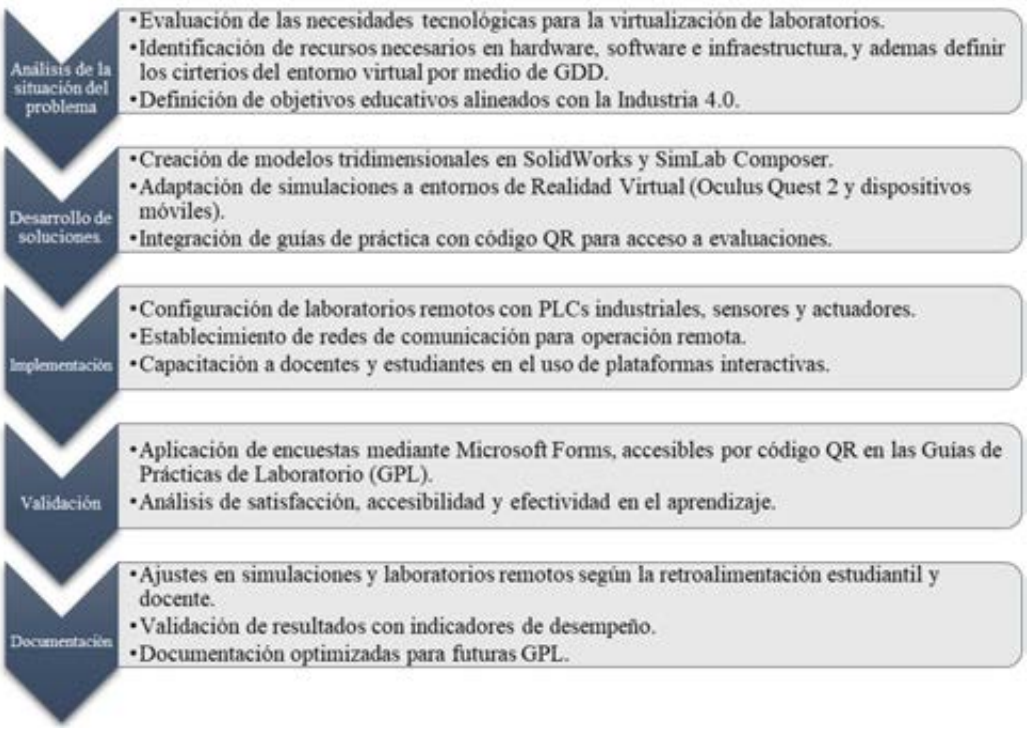
Dado el contexto de la educación superior en ingeniería, particularmente en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC) y su integración con el TecNM, se plantea el diseño de laboratorios remotos y virtuales como una solución a las limitaciones de acceso y modernización del equipamiento en entornos de aprendizaje práctico. La metodología se

aplica en los laboratorios de Smart Industries, Termoeléctrico, Refrigeración y Neumática, con la posibilidad de expansión a otros espacios educativos.

La metodología integra dos enfoques fundamentales, la primera es Investigación Basada en Diseño (IBD), que permite la introducción de innovaciones educativas en contextos de enseñanza reales, asegurando un proceso iterativo y adaptativo para la mejora continua de las experiencias de aprendizaje (De Benito Crosetti & Salinas Ibáñez, 2016). Esta metodología se empleará en la adaptación de los laboratorios físicos y en la validación pedagógica de las prácticas virtuales. Y la segunda Game Design Document (GDD): Se utiliza para estructurar el desarrollo de los entornos virtuales estableciendo criterios de jugabilidad, interacción y experiencia del usuario en el contexto educativo (Cornejo-Aparicio et al., 2021). Su aplicación garantizará que los entornos inmersivos sean intuitivos, funcionales y atractivos para los estudiantes.

El desarrollo del proyecto se basó en la metodología de Investigación Basada en Diseño (IBD), la cual sigue un enfoque iterativo para la creación y validación de entornos educativos innovadores. La Figura 1 ilustra las fases implementadas en este estudio, desde la identificación del problema hasta la producción de documentación optimizada para futuras implementaciones. Se destacan herramientas clave como SolidWorks y SimLab Composer para la modelación 3D, el uso de PLCs industriales y sensores en la configuración de laboratorios remotos, y la integración de encuestas en Microsoft Forms, accesibles mediante códigos QR en las Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL). Este enfoque metodológico permitió desarrollar y validar entornos virtuales y remotos alineados con los objetivos de enseñanza en ingeniería.

Figura 1. *Proceso IBD para el desarrollo de laboratorios virtuales y remotos.*



Se distinguen dos tipos de entorno de aprendizaje dentro del proyecto: los Laboratorios Virtuales y los Laboratorios Remotos. Los primeros emplean entornos tridimensionales generados por computadora, permitiendo a los estudiantes interactuar con modelos de equipos en un espacio inmersivo mediante herramientas como Oculus Quest 2 y SimLab Composer. En contraste, los Laboratorios Remotos brindan acceso a equipos físicos reales a través de plataformas de control remoto, integrando hardware como PLC, sensores y actuadores, junto con software especializado como AnyDesk, lo que posibilita la interacción con dispositivos de automatización industrial desde cualquier ubicación.

La implementación se centra en cuatro laboratorios dentro del Taller de Electromecánica del ITSC:

1. Laboratorio Smart Industries (ViMROL): Rediseño del *Centro Integrado de Manufactura (CIM)* para integrar estaciones didácticas en automatización y manufactura inteligente (Elías González & Villa Medina, 2024).
2. Laboratorio Termoeléctrico: Desarrollo de simulaciones para la enseñanza de máquinas térmicas y mecánicas (Elías González, 2023).
3. Laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado: Modelado de equipos HVAC y desarrollo de prácticas virtuales en simulación de comportamiento térmico.
4. Laboratorio de Neumática: Modelado de equipos y desarrollo de prácticas virtuales en sistemas neumáticos y control.

A futuro, se prevé expandir esta metodología a otros laboratorios y programas educativos dentro del ITSC y el TecNM.
Se espera que los estudiantes que participen en laboratorios inmersivos demuestren un mayor nivel de retención de conocimientos y una mejor percepción de la calidad del aprendizaje, en comparación con aquellos que solo utilizan laboratorios tradicionales. La Realidad Virtual (VR) ha demostrado ser una herramienta eficaz en la enseñanza de ingeniería, al permitir una interacción inmersiva con modelos tridimensionales de sistemas y equipos, facilitando la comprensión de conceptos complejos y mejorando la experiencia de aprendizaje.

En este sentido, la incorporación de laboratorios virtuales y remotos en la educación en ingeniería se alinea con la necesidad de modernizar los métodos de enseñanza, asegurando que los estudiantes no solo comprendan los fundamentos teóricos, sino que también puedan aplicarlos en un entorno seguro y dinámico. La Realidad Virtual, por lo tanto, representa una estrategia educativa clave para la formación de profesionales en el campo de la ingeniería.

La metodología propuesta se alinea con las necesidades de la educación en ingeniería del futuro, permitiendo a los estudiantes adquirir competencias clave en automatización y control mediante entornos inmersivos y laboratorios remotos.

Su implementación facilitará un mayor acceso a laboratorios especializados sin restricciones de horario, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas en cualquier momento y desde cualquier ubicación. Además, brindará un entorno de aprendizaje seguro y controlado en simulaciones de alto riesgo, reduciendo la exposición a posibles accidentes y mejorando la comprensión de procedimientos complejos. Asimismo, contribuirá al desarrollo de habilidades prácticas en tecnologías emergentes de automatización y manufactura

inteligente, proporcionando a los estudiantes una formación más alineada con las necesidades de la Industria 4.0 y los entornos de producción avanzados.

RESULTADOS

A lo largo del desarrollo del proyecto de implementación de entornos inmersivos en guías de prácticas de laboratorio (GPL) se ha logrado la implementación progresiva de laboratorios virtuales y remotos en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC).

Estos avances han permitido la integración de tecnologías innovadoras en la enseñanza de la Ingeniería Electromecánica, brindando a los estudiantes acceso a experiencias inmersivas sin necesidad de estar físicamente en los laboratorios.

Los logros alcanzados se dividen en dos áreas clave:

1. Laboratorio de Planta Termoeléctrica (2023): Primera implementación de prácticas virtuales en Realidad Virtual (RV) para la enseñanza de Máquinas y Equipos Térmicos.
2. Laboratorio Smart Industries (2024): Expansión del modelo a automatización y control industrial, integrando laboratorios remotos y simulación en entornos inmersivos tridimensionales.

A continuación, se presentan los resultados específicos en cada una de estas etapas:

1. Implementación del Laboratorio Virtual de Planta Termoeléctrica (2023): El primer logro del proyecto consistió en la creación de un entorno inmersivo tridimensional para la Planta Termoeléctrica del Taller de Electromecánica como se muestra en la Figura 2, en el cual los estudiantes pueden interactuar con modelos 3D de los principales equipos del sistema, los logros son:

- Digitalización del equipo Termoeléctrico DIDATEC: Modelado 3D de caldera, turbina de vapor, torre de enfriamiento, intercambiadores de calor, bombas hidráulicas y sensores.
- Prácticas de laboratorio virtuales: Familiarización con los equipos y accesorios mediante exploración interactiva. Simulación del proceso de generación de energía térmica, incluyendo el monitoreo de variables como temperatura, presión y flujo. Procedimientos de operación y seguridad con protocolos de arranque y mantenimiento.

Gracias a esta implementación, los estudiantes han podido adquirir competencias en sistemas térmicos en un ambiente seguro y accesible.

Figura 2. *Proceso IBD: Laboratorio Termoeléctrico.*

3. Expansión a Laboratorio Smart Industries (ViMROL) (2024): El siguiente gran avance del proyecto fue la rehabilitación del Centro Integrado de Manufactura (CIM), ahora conocido como Laboratorio Smart Industries (LSI) como se muestra en la Figura 3. En esta fase, se introdujo el concepto de laboratorios remotos, permitiendo que los estudiantes interactuaran con equipos físicos en tiempo real mediante interfaces digitales, algunos avances claves son:

- Integración de Estaciones Didácticas de Instrumentación (EDI): Adaptación de Controladores Lógicos Programables (PLC), sensores industriales y actuadores para su operación remota para la aplicación de Big Data, Internet de las Cosas (IoT) y redes industriales en la enseñanza.
- Simulación de procesos industriales en Realidad Virtual: Creación de entornos tridimensionales para el aprendizaje de automatización y control.

Figura 3. *Proceso IBD: Laboratorio ViMROL.*

Además, se integró un proyecto que se encuentra en la fase de desarrollo de nuevas prácticas en Realidad Virtual para las áreas de Neumática y Refrigeración/Aire Acondicionado. En este sentido, se han digitalizado sistemas clave mediante el modelado 3D de componentes esenciales como compresores, condensadores, evaporadores y válvulas de expansión en refrigeración, así como circuitos neumáticos, actuadores y válvulas en el Laboratorio de Neumática. Asimismo, se están desarrollando simulaciones interactivas en entornos de Realidad Virtual que permitirán visualizar el flujo de aire y el comportamiento térmico en sistemas de climatización, con el objetivo de mejorar la comprensión dinámica y segura de los principios fundamentales de refrigeración. De manera similar, se trabaja en la

implementación de simulaciones para neumática, con el propósito de facilitar el aprendizaje aplicado en el diseño y control de sistemas automatizados.

Estos nuevos laboratorios expanden el alcance de las Guías de Practicas de Laboratorio (GPL) con Realidad Virtual y multiplataformas, permitiendo la enseñanza de termoeléctricas, refrigeración comercial, automatización, manufactura avanzada y neumática en un entorno accesible y escalable.

El impacto en la enseñanza derivado de la implementación de laboratorios virtuales y remotos ha generado mejoras significativas en la formación de los estudiantes. En primer lugar, se ha logrado una mayor accesibilidad y flexibilidad, permitiendo que las prácticas estén disponibles en múltiples dispositivos, incluyendo Realidad Virtual, computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes, lo que facilita el aprendizaje desde cualquier lugar y en cualquier momento.

Para la validación y evaluación de la efectividad de los laboratorios virtuales y remotos se valida mediante pruebas piloto con estudiantes y docentes, así como con indicadores de que miden la percepción. La retroalimentación obtenida permite optimizar las simulaciones y garantizar su alineación con los estándares educativos y las demandas de la industria.

Para evaluar el impacto de la implementación de prácticas virtuales en el Laboratorio de Planta Termoeléctrica, se aplicó una encuesta a los estudiantes que participaron en estas experiencias. El objetivo fue analizar la percepción de los usuarios sobre la calidad, efectividad y utilidad de las prácticas desarrolladas, con el fin de identificar fortalezas y áreas de mejora.

La evaluación de las prácticas virtuales del Laboratorio Termoeléctrico se realizó mediante Microsoft Forms, accesible a los estudiantes a través de un código QR integrado en las Guías de Prácticas de Laboratorio (GPL). Los resultados de 44 estudiantes de la asignatura Máquinas y Equipos Térmicos I reflejan una alta satisfacción, con una calificación promedio de 4.93/5, destacando la efectividad y aceptación del modelo implementado. La pertinencia de las actividades fue bien valorada, con un alto nivel de cumplimiento de expectativas. La interacción con instructores obtuvo 4.90/5, evidenciando un adecuado acompañamiento. Además, los estudiantes apreciaron la autonomía y flexibilidad, permitiéndoles avanzar a su propio ritmo. La calidad técnica de la plataforma recibió 4.90/5, resaltando su estabilidad y facilidad de uso. Finalmente, la 41 de los 44 de los participantes recomendaría estas prácticas, validando su impacto positivo en la enseñanza.

Estos resultados reflejan que la implementación de prácticas virtuales y laboratorios remotos no solo ha facilitado el acceso a escenarios de aprendizaje innovadores, sino que también ha mejorado la percepción de los estudiantes sobre su formación en áreas clave de la ingeniería. La alta satisfacción reportada sugiere que este modelo educativo puede replicarse y expandirse en otras asignaturas y programas de estudio para fortalecer el desarrollo de competencias técnicas.

Para evaluar la percepción de los estudiantes sobre la implementación del Laboratorio Smart Industries, se aplicó una encuesta en la que se analizaron aspectos clave como la

representatividad de las tecnologías utilizadas, el fortalecimiento de habilidades técnicas y la satisfacción con la metodología de enseñanza en diversas materias. Los resultados indican una alta aceptación del laboratorio como herramienta de formación en automatización y control.

Se realizó un censo mediante Microsoft Forms, a 63 estudiantes de diferentes asignaturas a través de un código QR al final del semestre. El 88.46% de los encuestados considera que las tecnologías del laboratorio reflejan las utilizadas en la industria actual, validando su alineación con las necesidades del sector. Además, el 96.15% afirmó que las actividades fortalecieron sus habilidades en resolución de problemas aplicados a contextos industriales, destacando la efectividad del enfoque en automatización y control.

En cuanto a la metodología de enseñanza, las asignaturas evaluadas obtuvieron una alta aceptación: Redes Industriales (82.69% de acuerdo o totalmente de acuerdo), Autómatas Programables (86.53%), Dispositivos Inteligentes (73.07%) y Sistemas Integrados de Manufactura (71.14%). Estos resultados confirman la pertinencia del laboratorio en la formación de competencias clave en ingeniería.

Los resultados muestran una tendencia positiva en la percepción del impacto del laboratorio en las distintas asignaturas, consolidando su relevancia en la formación de los estudiantes. Estos datos validan la importancia del Laboratorio Smart Industries como una herramienta efectiva para la enseñanza de automatización y control, asegurando que los estudiantes adquieran competencias alineadas con las demandas del sector industrial.

CONCLUSIONES

El desarrollo e implementación de laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de ingeniería ha demostrado ser una estrategia innovadora y efectiva para mejorar el aprendizaje y la adquisición de competencias técnicas en los estudiantes. A través del proyecto se han generado avances significativos en la virtualización de prácticas de laboratorio, con un enfoque particular en el Laboratorio Smart Industries del Instituto Tecnológico Superior de Cananea. Este enfoque ha permitido que los estudiantes accedan a entornos de aprendizaje más dinámicos e interactivos, independientemente de las limitaciones físicas y económicas que anteriormente dificultaban su formación.

La combinación de Investigación Basada en Diseño (IBD) con el uso de Game Design Document (GDD) ha permitido estructurar experiencias de aprendizaje más inmersivas y alineadas con las necesidades de la Industria 4.0. Se recomienda la adopción progresiva de esta metodología en otras áreas de la ingeniería, asegurando su continua optimización mediante evaluaciones iterativas basadas en el modelo IBD.

Entre los principales beneficios de este modelo educativo destacan la accesibilidad y flexibilidad, ya que los estudiantes pueden realizar prácticas desde cualquier ubicación, eliminando restricciones de espacio y tiempo. Además, el aprendizaje iterativo permite repetir simulaciones sin riesgos, favoreciendo la consolidación del conocimiento. La seguridad en la operación es otro aspecto clave, pues al reducir el riesgo asociado al uso de maquinaria pesada en entornos físicos, se protege a los estudiantes y se prolonga la vida útil de los equipos. Finalmente, la optimización de recursos minimiza la inversión en

infraestructura y mantenimiento de equipos físicos, reduciendo significativamente los costos operativos.

La implementación de laboratorios virtuales y remotos presenta desafíos a considerar. Los requerimientos tecnológicos afectan la experiencia del usuario, ya que el rendimiento depende de la capacidad de los dispositivos. La capacitación docente es esencial para la integración efectiva de estas herramientas en la enseñanza. Asimismo, la infraestructura de conectividad debe ser estable y segura para evitar fallas en la transmisión de datos. La validación de competencias requiere metodologías de evaluación que midan el impacto en el aprendizaje. Finalmente, la inversión y adecuación de espacios es clave para contar con equipamiento, software y un Laboratorio Virtual adecuado para el desarrollo y aplicación de prácticas inmersivas.

Estos factores son clave para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, asegurando que los laboratorios virtuales y remotos sean una herramienta efectiva para la formación en ingeniería.

El éxito de ViMROL abre la posibilidad de expandir este modelo a otras disciplinas de ingeniería, integrando nuevas tecnologías como Inteligencia Artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT) y Big Data en la formación práctica. Además, se plantea la posibilidad de establecer convenios interinstitucionales que permitan el uso compartido de laboratorios remotos en diferentes instituciones del Tecnológico Nacional de México (TecNM).

La implementación de laboratorios virtuales y remotos representa un paso fundamental hacia la modernización de la educación en ingeniería. Si bien persisten desafíos, los beneficios superan ampliamente las limitaciones, consolidando a este modelo como una alternativa viable y efectiva para la formación de futuros ingenieros en un entorno cada vez más digitalizado y globalizado.

BIBLIOGRAFÍA

Bekteshi, L. (2025). Education in the era of AI and immersive technologies: A systematic review. *Journal of Research in Engineering and Computer Sciences, 3*(1), 1–14. https://doi.org/10.63002/jrecs.31.779

Cornejo-Aparicio, V., Ortiz-Mamani, W., Maraza-Itomacedo, D., & Flores-Silva, S. (2021). Documento de diseño de un videojuego (GDD) para uso educativo. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, *E46*, 125–136.

De Benito Crosetti, B., & Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La investigación basada en diseño en tecnología educativa. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, *0*, 44–59.

Kaul, P. (2024). The impact of virtual reality on experiential learning in higher education. *Archives of...* (revista/actas), (artículo en línea). https://archives.publishing.org.in/index.php/archives/article/view/137

Elías González, M. A. (2023). Prácticas de laboratorio en entornos inmersivos tridimensionales: Taller de Electromecánica, planta termoeléctrica. *Revista Electrónica ANFEI DIGITAL*, *15*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/905

Elías González, M. A., & Villa Medina, R. J. (2024). Prácticas de laboratorio de Smart Industries en Realidad Virtual y remoto para la educación superior. *Revista Electrónica ANFEI DIGITAL*, *16*, 833–833. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/1016

INNOVACIÓN FRUGAL Y EXPERIENCIA EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS MECATRÓNICOS DURANTE VERANOS DE INVESTIGACIÓN

FRUGAL INNOVATION AND HANDS-ON EXPERIENCE IN TRAINING MECHATRONIC ENGINEERS DURING SUMMER RESEARCH INTERNSHIPS

E. A. Padilla García[1]

RESUMEN

Este trabajo describe el proceso metodológico aplicado, desde el punto de vista de un profesor asesor de educación terciaria en la formación de ingenieros en mecatrónica, en el contexto de proyectos de verano de investigación científica, destacando su impacto en la región norte del Estado de México y la experiencia adquirida. La metodología se divide en tres fases: innovación frugal, utilizando una estrategia de diseño mecatrónico secuencial; validación de la propuesta, en la que se produce la transición de propuesta a un prototipado; y la contextualización, que implica la adaptación necesaria a las particularidades y necesidades de la región. Este enfoque ha ampliado la perspectiva de los estudiantes asesorados, ha fomentado el intercambio cultural y fortalecido el pensamiento crítico del estudiante en formación, al construir e innovar propuestas de prototipado rápido. Esta experiencia ha ampliado la perspectiva de los estudiantes, fomentado el intercambio cultural y fortalecido el pensamiento crítico, promoviendo la inteligencia social y el emprendimiento en el ámbito tecnológico.

ABSTRACT

This manuscript describes the methodological process applied to the training of mechatronics engineers, as the point of view of the students' advisor, when they integrate into summer scientific research projects, highlighting its impact in the northern region of the State of Mexico and the experience acquired. The methodology consists of three phases: frugal innovation, using a sequential mechatronic design strategy; proposal validation, where the transition from proposal to prototyping; and contextualization, which implies the necessary adaptation to the particularities and needs of the region. This approach has broadened the perspective of the advised students, encouraged cultural exchange, and strengthened the critical thinking of the engineering student in training, by building and innovating rapid prototyping proposals. This experience has broadened the students' perspective, encouraged cultural exchange, and strengthened critical thinking, promoting social intelligence and entrepreneurship in the technological field.

ANTECEDENTES

La acelerada evolución tecnológica ha generado una gran demanda de un perfil de formación sólido, flexible y adaptativo para los ingenieros, que no solo les permita seguir el ritmo de los avances, sino también ser emprendedores e innovadores en la creación de nuevas soluciones (Sánchez, 2024). Además, las habilidades blandas, como la comunicación efectiva, la empatía, la capacidad de trabajo en equipo y la colaboración, entre otras, se están convirtiendo en competencias cruciales en el perfil de los ingenieros del futuro (Zepeda-Hurtado, 2023).

A medida que los avances tecnológicos cruzan fronteras y disciplinas, los perfiles de ingeniería requieren competencias relacionadas con el saber convivir (Chan, 2022), es decir,

[1] Profesor de Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México (TecNM)/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE). erick_garcia@tese.edu.mx

la capacidad de trabajar en equipos globales y gestionar proyectos que no solo impliquen la aplicación de tecnología (Estrada, 2020), sino también la comprensión de las necesidades y valores de diversas culturas y comunidades.

Normalmente se decía que el ingeniero era básicamente un solucionador de problemas en las diferentes ramas de la industria. Sin embargo, debido a la rapidez de los cambios tecnológicos y la dificultad para generar conocimiento siempre actualizado en la parte técnica, surge la problemática de contar con perfiles de egreso de ingenieros poco empáticos con el entorno, que requieren fortalecer habilidades de comunicación efectiva y colaboración interdisciplinaria (Ortiz, 2020). Así surge la necesidad prioritaria de una formación de ingenieros, especialmente de ingeniería en mecatrónica, que no solo sean capaces de mantenerse al día en el ámbito tecnológico, sino también contextualizar soluciones acordes al entorno en donde viven, saber colaborar y trabajar en equipo, desarrollar aquellas habilidades blandas que permitan una mejor conexión con su entorno. A partir de ese enfoque, deben ser capaces de emprender e innovar nuevas soluciones factibles. Parte de ese desarrollo contextualizado proviene de los programas de movilidad estudiantil, ya que se fomenta la adaptabilidad, la curiosidad por nuevos entornos, y la adaptación del pensamiento crítico para generar nuevas soluciones, lo que requiere incentivar este tipo de competencias sociales.

Una forma de incentivar y fortalecer estas habilidades blandas es a través del intercambio cultural, los programas de movilidad estudiantil y el intercambio escolar en regiones diferentes al lugar de origen. Este tipo de formación educativa también es conocido como educación terciaria (Grijalva Verdugo, 2017). En este contexto, es posible experimentar la exploración del conocimiento de primera mano y cultivar un sentido de curiosidad, promover el intercambio cultural, desarrollar la adaptabilidad a los cambios y fomentar un enfoque crítico hacia la solución de problemas, lo cual resulta esencial para la formación de futuros líderes científicos y tecnológicos.

En el llamado Verano de Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico (Verano científico DELFIN), cada año participan estudiantes de licenciatura, quienes realizan una estancia de siete semanas. Durante este tiempo, los estudiantes se integran a proyectos de investigación en desarrollo, a través de investigaciones aplicadas y trabajo interdisciplinario. Aún más importante, tienen la oportunidad de colaborar con expertos de diversas partes del mundo, miembros del programa Delfin (Fuentes, 2024). En dicho programa, los estudiantes participan en un intercambio de ideas y enfoques, lo que también fortalece su capacidad para trabajar en entornos globales y multidisciplinarios, un requisito fundamental en la ciencia y la tecnología modernas (Cortez, 2023).

Partiendo de que a través del intercambio cultural y movilidad estudiantil es posible fomentar el desarrollo de habilidades blandas, y competencias multidisciplinarias, se propone una metodología de enfoque mecatrónico que incluya la contextualización y adaptación del entorno en la creación de proyectos; sería posible obtener soluciones factibles acordes a la problemática precisa del lugar. Esta podría generar una pregunta de investigación interesante en la formación de nuevos ingenieros: estudiar la relación del intercambio cultural y movilidad estudiantil en programas de investigación aplicada, con respecto al desarrollo de habilidades y técnicas de proyectos, que fortalecen competencias multidisciplinarias de los estudiantes de ingeniería y observar el impacto en la mejora de sus perfiles de egreso.

De lo anterior, este estudio se enfoca en 3 objetivos particulares importantes:

1. Observar el impacto en el desarrollo de habilidades blandas, que se logrará mediante el fortalecimiento de la comunicación, empatía, trabajo en equipo, y adaptación cultural requeridos para el proyecto en el que estarían trabajando.
2. Abordar una metodología de diseño mecatrónico de proyectos de ingeniería que contribuya en la adquisición de competencias multidisciplinarias y, al mismo tiempo, la mejora de nuevas capacidades como trabajo en equipo, colaboración y empatía en el entorno.
3. Conocer los efectos que tienen los estudiantes de ingeniería en términos de su capacidad para innovar, emprender y trabajar en entornos nuevos o diferentes.

Así, se propone un modelo metodológico que podría ser replicado en otras regiones del Estado de México, y que fortalecería la formación integral de los ingenieros en mecatrónica.

En este manuscrito, se describe la experiencia adquirida como profesor asesor en la formación de estudiantes de ingeniería en educación terciaria, en programas de movilidad y de investigación aplicada. En estos programas, se ha trabajado con uno y hasta tres estudiantes en conjunto para desarrollar proyectos comunes en la Universidad Politécnica de Atlacomulco, logrando resultados significativos de innovación multidisciplinaria que han beneficiado a la comunidad de la región norte del Estado de México.

Para ello, se ha diseñado una propuesta metodológica estructurada en tres fases, que ha permitido obtener resultados destacados tanto en los proyectos de investigación como en la formación de habilidades blandas. Además, ha tenido un impacto positivo en la sociedad y ha proporcionado una nueva visión para la formación de ingenieros más preparados, promoviendo el desarrollo de habilidades sociales y culturales que se buscan en el perfil de los nuevos ingenieros en mecatrónica.

El documento se organiza de la siguiente manera. En la sección de Metodología, se describen las tres fases propuestas en la asesoría de estudiantes de educación terciaria. En la sección de resultados, se establecen los resultados obtenidos en la formación de ingenieros al aplicar dicha metodología, para finalmente, la sección de Conclusiones presenta la experiencia y el análisis del impacto de los resultados mencionados, que contribuyen a generar mejores perfiles de egreso en los estudiantes de ingeniería en mecatrónica en el norte del estado de México, y que se propone implementar en un trabajo a futuro, en el noreste del estado de México, a través del Tecnológico de Estudios Superiores, institución miembro del programa de Verano Científico Delfín.

METODOLOGÍA

En esta sección, se describe la metodología aplicada en el asesoramiento y formación de estudiantes en formación de nuevos ingenieros en mecatrónica en el contexto de la educación terciaria, una metodología que, a través de la experiencia práctica y el trabajo interdisciplinario, ha tenido éxito y ha generado grandes resultados en proyectos con un impacto social significativo en el norte del Estado de México, y que podría servir de referencia a nuevos profesores asesores de estudiantes de educación terciaria y movilidad. Este enfoque metodológico no solo se centra en la adquisición de conocimientos técnicos, sino también en el desarrollo integral de los estudiantes, preparándolos para afrontar desafíos

reales, mejorar sus habilidades blandas y contribuir al desarrollo tecnológico y social de su región.

El diseño de la investigación debe ser coherente con el planteamiento del problema y debe tener en cuenta los métodos y herramientas que se utilizarán para generar información relevante. En esta propuesta, se plantean proyectos de desarrollo tecnológico con una metodología con enfoque mixto: una fase exploratoria, seguida de una fase cuantitativa y finalmente una fase cualitativa. Lo anterior permite comprender el fenómeno de estudio y proponer soluciones factibles, acordes al entorno del lugar de estudio.

La metodología aplicada en este estudio, pensada para la formación de ingenieros en mecatrónica, sigue una estructura en fases secuenciales, como se puede ver en el diagrama de la Figura 1, y gracias a la aplicación de dichas fases se ha logrado un proceso de aprendizaje progresivo y orientado a la resolución de problemas. A continuación, se detallan las fases clave de esta metodología.

Figura 1. *Metodología propuesta para asesoramiento.*

FASE 1. INNOVACIÓN FRUGAL

En esta fase inicial, se realiza un diagnóstico del proyecto en el que se está involucrando al estudiante, y deben considerarse las necesidades locales, la accesibilidad para conseguir la materia prima requerida en la región, así como identificar los costos asequibles de los elementos principales necesarios para resolver los problemas tecnológicos y sociales que plantea el proyecto.

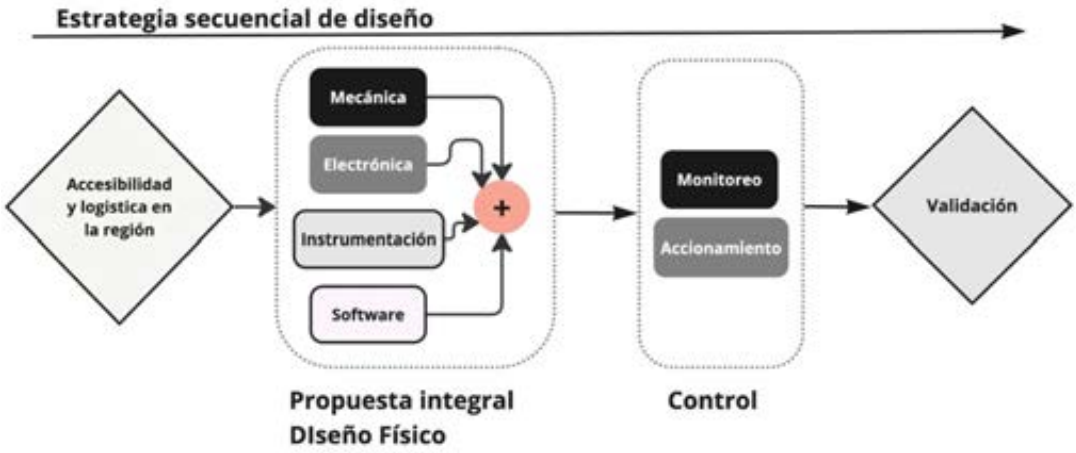
Identificación del problema: Es crucial que el equipo de estudiantes e investigadores identifique el problema específico que tenga un impacto claro en una comunidad o en un entorno de bajos recursos. Este problema puede encontrarse en áreas como la de salud, agricultura, educación, energía, etc.

Requerimientos esenciales: En esta estapa se debe definir las necesidades mínimas del sistema, considerando costos, accesibilidad, facilidad de mantenimiento y durabilidad. Es fundamental que el sistema a desarrollar sea robusto y capaz de resistir condiciones adversas.

Estrategia de diseño mecatrónico secuencial: Este enfoque es ideal cuando se busca controlar cada fase del desarrollo de proyectos y garantizar que se tomen en cuenta todos los aspectos del sistema (mecánico, electrónico, control y software) en un orden lógico, y ha sido utilizado en el diseño y construcción de robots y sistemas mecatrónicos (Cruz Villar, 2009).

Para cada aspecto del sistema a desarrollar, se hace una propuesta mecánica, electrónica, de instrumentación y software a usar, como puede verse en la Figura 2. Algo importante es fomentar la reutilización de materiales disponibles localmente o en otras partes del proyecto. El ensamblaje, pruebas o prototipo debe ser lo suficientemente fácil para que los usuarios locales puedan reproducirlo o repararlo, lo que nos lleva a la validación del sistema.

Figura 2. *Estrategia secuencial para el diseño de proyectos.*



FASE 2. VALIDACIÓN DE PROPUESTA

En esta fase, ocurre el proceso clave que implica verificar y cuestionar sobre la viabilidad técnica y la integración de soluciones dentro de un marco de innovación. Aquí se lleva a cabo la transición de una propuesta de diseño a un prototipo funcional: ensamblar todos los componentes hasta lograr el diseño físico y el sistema de control del sistema funcional, todo en un contexto de aprendizaje basado en retos, también conocido como enfoque ABR (Delgado, 2018), cuyo enfoque ha sido utilizado en talleres y programas de ingeniería para la formación de estudiantes donde se busca el desarrollo de habilidades colaborativas (Estrada, 2020), como se muestra en la Figura 3. Este enfoque permite obtener propuestas viables, donde no solo permiten que los estudiantes aprendan a construir, sino que los preparan para convertirse en individuos autónomos, críticos y responsables al desarrollar prototipos o proyectos.

FASE 3. CONTEXTUALIZACIÓN

En esta fase, se evalúa el funcionamiento del prototipo o proyectos; es decir, el objetivo es diseñar y construir soluciones (prototipos) que no solo respondan a un problema técnico, sino que también se adapten y sean relevantes para el entorno, las necesidades y los recursos disponibles.

Figura 3. *Desarrollo y validación basado en retos.*

Dado que se trata de proyectos de educación terciaria, el o los estudiantes del programa de movilidad o intercambio deben conocer el entorno en el que están desarrollando el proyecto pueden encontrarse las siguientes limitaciones.

LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA

Muestra limitada: Debido a que no es controlable la cantidad exacta de alumnos en movilidad, y que se requiere generar un plan de trabajo adecuado al tiempo de estancia, se ha considerado una muestra de 1 a 3 estudiantes en promedio en diversos proyectos, lo que limita la generalización de los resultados a otras disciplinas de la ingeniería o a regiones diferentes. Por otro lado, el estudio se basa en un programa específico como el verano científico DELFIN, lo que tampoco permitiría generalizar a instituciones que no están dentro del programa en específico.

Tiempo limitado: Los estudiantes que generalmente participan en programas de movilidad, tienen un periodo de estancia corta (contando de 4 a 7 semanas), y dentro del tiempo de estancia los estudiantes deben ser capaces de: 1. Recolectar datos iniciales e indagar en el estado del arte del proyecto; 2. Generar un modelo que permita el monitoreo y validación de los datos; 3. Realizar el análisis de datos para los resultados finales; 4. Redacción del informe y presentación en congreso del programa.

Entonces, el tiempo de estancia podría no ser suficiente para lograr cambios en todas las competencias blandas, o posiblemente no podría capturar los efectos de la metodología a largo plazo.

Sesgos: Debido a que el estudio se enfoca en el desarrollo de habilidades blandas, las experiencias de los estudiantes pueden variar y los efectos pueden ser muy personales, y puede existir factores externos (clima, cuestiones sociales de la región, algun problema de salud, etc.) lo que genera variación de interacción para el trabajo en equipo, o sesgo en la percepción por la experiencia compartida de los demás integrantes del grupo de trabajo.

Algunos estudiantes, generalmente de ingeniería, podrían mostrar cierta resistencia al adoptar actividades que requieran colaboración, comunicación y participación.

Sin embargo, a pesar de las limitaciones expuestas anteriormente, se pueden destacar el fomento a fortalecer la comunicación efectica, el trabajo en equipo, la empatía, adaptabilidad cultural, conocimiento y la experiencia de nuevos entornos, la adaptación y demás competencias blandas implícitas en un proyecto de movilidad e intercambio con una preparación integral como profesionales, mejorar la capacidad de comunicar ideas y coordinar esfuerzos con personas de diferentes disciplinas o culturas, lo que también impulsa la creatividad e innovación al enfrentarse a nuevos desafíos en el desarrollo de soluciones tecnológicas.

En este sentido, los veranos de investigación permiten que los estudiantes adquieran experiencia en un entorno de aprendizaje activo. A continuación, se describen algunas de las experiencias clave adquiridas durante estos programas de investigación, que contribuyeron significativamente a la formación integral de los futuros ingenieros robóticos de la región.

RESULTADOS

Dentro de la sección de resultados se muestra la implementación de las fases mencionadas anteriormente en el desarrollo de un proyecto ejemplo durante el verano científico Delfin, en el norte del Estado de México. Un grupo de tres estudiantes trabajando en un proyecto de ***"Diseño y construcción de prótesis".*** Del grupo de estudiantes, todos estaban estudiando ingeniería mecatrónica en la Universidad de Guadalajara, Jalisco.

Para este trabajo se buscó el aprendizaje de qué son las prótesis, conocer a personas y el entorno de quienes necesitan prótesis, conocer las historias y problemática de la selección y compra de materiales para realizar un diseño propio y posteriormente, la construcción de prótesis de bajo costo, que además pudiera ser útil en pacientes reales.

A continuación, se describe cómo se implementaron las diversas fases en este proyecto y los resultados obtenidos, desde la conceptualización hasta la creación de prototipos funcionales.

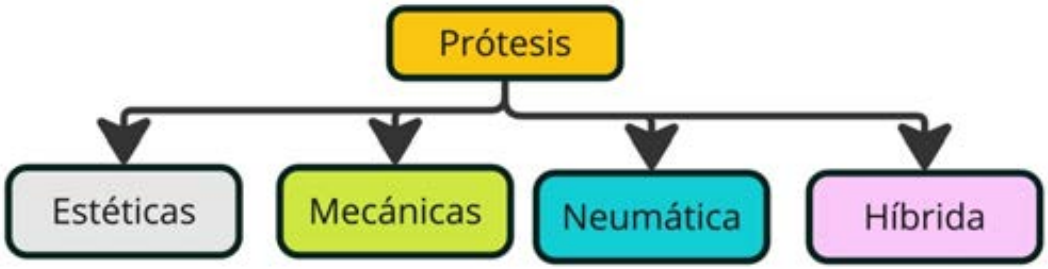
CASO DE ESTUDIO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PRÓTESIS EN LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE ATLACOMULCO

Para comenzar con un contexto general del proyecto de diseño de prótesis, se establece la definición como aquel o aquellos elementos desarrollados con el fin de mejorar o reemplazar una función, una parte o un miembro del cuerpo humano/animal afectado; por lo tanto, una prótesis está diseñada particularmente para crear una mayor percepción en totalidad al recobrar la movilidad y el aspecto. Con ello se estableció la primera fase de innovación frugal.

Identificación del problema: Se hizo un estudio entre estudiantes e investigadores y determinaron que de la región de Atlacomulco, el problema de necesidad de prótesis se pueden clasificar en 4 categorias (Estéticas, mecánicas, neumáticas, híbridas), como puede verse en la Figura 4, con esta identificación específica de la necesidad, se contó con la aprticipación de 2 pacientes con los cuales se comenzarona relizar los moldes de las partes humanas donde embonarían las prótesis (también conocidos como sockets), para ello, a los

alumnos de intercambio Delfin, se les orientó con un experto en prótesis, en cómo se han resuelto generalmente eltipo de problema, de esta forma el proyecto a realizar tendría un impacto claro en la comunidad.

Figura 4. *Tipos de prótesis requeridas en la región de estudio.*



Requerimientos esenciales: Se analizaron algunas normas y materiales posibles como las normas ISO 10328:2016, 22523:2006, e ISO 22675:2016, donde se puede revisar la evaluación de la conformidad de las articulaciones de tobillo-pie y de las unidades de pie, con respecto a los requisitos de resistencia. Los materiales para moldes serían yeso, fibra de vidrio e impresión 3D con filamento de ácido poli láctico (PLA). Para las piezas de prótesis, elementos mecánicos en poliuretano termoplástico (TPU) para brindar flexibilidad a determinadas partes requeridas por los pacientes.

Estrategia de diseño mecatrónico secuencial: Se realizaron los dibujos a través de computadora o CAD (Dibujo Asistido por Computadora). Como parte del diseño mecánico se escogieron los materiales si eran para molde, para pieza o parte de la prótesis, y agregar en el mismo dibujo las partes complementarias de estructura, tornillería y se tendría un aproximado estructural de las dimensiones, los pesos y centros de masas para su posterior análisis mediante software de computadora.

En la parte de diseño electrónico e instrumentación, en unas prótesis se requerían elementos mecánicos pasivos; sin embargo, se estudiaba la viabilidad del funcionamiento mediante señales EMG que respondían a los movimientos musculares de operación.

Para la parte de control, se analizó que los ángulos de las flexiones requeridas en la prótesis y al final quedaba con un control en lazo abierto colaborativo con los movimientos funcionales de los músculos en el socket del acoplamiento.

En la parte de validación, que es la segunda fase de los diseños realizados, fueron más sensoriales, ya que se requería que el usuario definiera algunos factores como la comodidad, la sensación relativa del peso, por lo cual se requería de una evaluación más empática y sensorial. Por ello, cada paciente tendría su propia solución, y se logró obtener una propuesta acorde a la implementación basada en retos, donde el paciente preguntaba, los estudiantes anotaban y, a través de conocimientos previos, daban ideas de solución, e iban adaptando dicha solución hasta cumplir con un funcionamiento más acorde a lo esperado; de lo contrario, se buscaban nuevas adaptaciones.

En la parte de contextualización, gracias a la capacitación con expertos, la interacción con los pacientes, el desarrollo de propuestas electromecánicas, el enfoque de aprendizaje basado en retos y la investigación del entorno fueron elementos fundamentales para lograr una comprensión más profunda del contexto geográfico en el que se estaba llevando a cabo el proyecto.

A través de estas actividades, se reconoció que la implementación de soluciones no solo depende de los aspectos técnicos, tecnológicos y conceptuales, sino también de factores externos específicos de cada lugar o entorno. Esta comprensión llevó a la conclusión de que una misma solución podría no ser adecuada para todos los lugares debido a las diferencias geográficas, culturales o sociales.

Asimismo, esta misma reflexión se extendió al diseño y funcionamiento de las prótesis, especialmente en lo que respecta a la sujeción, el ajuste personalizado y la adaptación al entorno. El uso de productos completamente personalizados, teniendo en cuenta las condiciones del ambiente y hasta el clima local, se presentó como un factor esencial para garantizar la efectividad y comodidad de las prótesis para los usuarios.

Derivado de ello, se obtuvieron algunas propuestas de costos para poder escalar dicho proyecto a un emprendimiento o nicho de mercado. Los canales de comercialización son cortos, siendo clave la relación con traumatólogos que operan en hospitales de la región, donde canalizan al usuario potencial con la empresa, además de la recomendación de boca en boca; en tanto, se mantiene una relación directa con los clientes. Las fuentes de ingreso se basan en el adelanto del 50% por prótesis a trabajar. Las prótesis serían realizadas con materiales de fácil degradación y reutilización debido a que el filamento y las mermas de la impresión 3D serán triturados y extruidos como un nuevo filamento. Del mismo modo, se pueden utilizar otros materiales de polímeros biodegradables con los que se pueda crear un filamento utilizable.

Propuesta a futuro: Esta propuesta resalta cómo se puede aplicar un enfoque metodológico flexible, centrado en el contexto local y la colaboración, para promover el aprendizaje científico en los estudiantes mientras se resuelven problemas reales de la comunidad.

Se propone aplicar esta misma metodología a la educación terciaria en veranos científicos; para proyectos de investigación en el noroeste del Estado de México es muy interesante y tiene un gran potencial. Esto puede lograrse a través de mi actual institución de adscripción que es el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE), el cual está incorporado al programa Delfín. Ecatepec es un municipio con una alta densidad poblacional, áreas con retos de infraestructura y una gran diversidad socioeconómica, con características de un entorno urbano. Esto puede ser relevante al comparar resultados del mismo Estado, pero en un entorno diferente, y posteriormente, comparar experiencias del mismo programa de verano científico.

CONCLUSIONES

Este manuscrito resalta la importancia de una formación integral para los estudiantes de ingeniería, que va más allá de los conocimientos técnicos. A través de programas como los Veranos Científicos y metodologías estructuradas en fases, se pueden lograr resultados de

innovación multidisciplinaria que tienen un impacto directo en la región y en la sociedad. Además, la formación en habilidades blandas, sumada a la preparación cultural y social, asegura que los futuros ingenieros no solo sean líderes técnicos, sino también profesionales conscientes, capaces de abordar los grandes retos del futuro.

La metodología utilizada en proyectos tecnológicos y de investigación aplicada ha demostrado ser eficaz al centrarse en la capacitación de expertos, la colaboración con la comunidad y la investigación del entorno. Esta misma metodología puede ser extendida a programas de veranos científicos en Ecatepec, un municipio urbano con retos específicos como el crecimiento acelerado de la población, la necesidad de infraestructura adecuada y la diversidad de contextos socioeconómicos. La propuesta buscaría integrar la educación terciaria con el desarrollo de soluciones tecnológicas y científicas adaptadas a las problemáticas de la ciudad.

Finalmente, se puede decir que uno de los resultados más destacables de la implementación de esta metodología fue el fortalecimiento del vínculo entre las universidades y la comunidad, la experiencia de colaboración para trabajo en equipo, sobre todo, la conexión con el entorno.

BIBLIOGRAFÍA

Chan, I. E. (2022). Las competencias blandas en formato virtual dentro de la formación del ingeniero en México. *Revista Electrónica ANFEI DIGITAL, 14*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/782

López Cortez, J. E., & Estrada Álvarez, M. E. (2023). Retos, estrategias y resultados sostenibles en el programa de verano de investigación DELFÍN 2020: Artesanos del piteado. *Punto CUNORTE, 9*(17), 87–109. https://doi.org/10.32870/punto.v1i17.173

Cruz Villar, C. A., Álvarez-Gallegos, J., & Villarreal-Cervantes, M. G. (2009). Diseño de sistemas mecatrónicos basado en tareas usando estrategias de evolución diferencial. *Computación y Sistemas, 12*(4), 381–396. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462009000200002

Gibert Delgado, R. P., Hernández, M. R., Morales, J. G. T., & Mendoza, H. B. (2018). Aprendizaje basado en retos. *Revista Electrónica ANFEI DIGITAL*, *(9)*, 1–11. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/465

Herrera Estrada, J. C. (2020). Mecatrónica educativa: Robótica aplicada a la innovación y desarrollo social en Cajicá. *Sinergias Educativas, 5*(2), 29–39. https://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/382/3821580003/3821580003.pdf?utm_source=chatgpt.com

Matus Fuentes, N. E. (2024). *Participación en la estancia académica presencial del XXVIII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico*. Repositorio Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12753/5758

Grijalva Verdugo, A. A. (2017). Cultura científica desde la universidad. Evaluación de la competencia investigativa en estudiantes de Verano Científico. *Education in the Knowledge Society (EKS), 18*(3), 15–36. https://revistas.usal.es/tres/index.php/eks/article/view/eks20171831535

González Ortiz, O., & Villamil Rozo, M. E. (2022). *Introducción a la ingeniería* (2.ª ed.). Ecoe Ediciones. https://www.ecoeediciones.com/producto/introduccion-a-la-ingenieria-2da-edicion-impreso/

Lasagna, M., Marcet, X., & Sánchez, C. (2013). *Innovación pública: Un modelo de aportación de valor*. RIL Editores. https://rileditores.com/producto/innovacion-publica-un-modelo-de-aportacion-de-valor/

Zepeda-Hurtado, M. E., Cardoso-Espinosa, E. O., & Rey-Benguría, C. (2019). El desarrollo de habilidades blandas en la formación de ingenieros. *Científica, 23*(1), 61–67. https://cientifica-ipn.com/index.php/esime/article/view/17

EL TURISMO CULTURAL EMPLEADO COMO ESTRATEGIA PARA INTEGRAR LA GLOBALIZACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

CULTURAL TOURISM USED AS A STRATEGY TO INTEGRATE GLOBALIZATION IN THE TRAINING OF ENGINEERS

R. J. Malfavón González[1]
G. E. Vargas Espinoza[2]

RESUMEN

Formar ingenieros con una perspectiva global y que sean empáticos en la diversidad cultural, es una premisa noble y vigente, pero, ante el incremento en la juventud de la apatía social por temas de corte humanista o la tan común obviedad de la información, la docencia, ahora mismo, enfrenta un nuevo reto en el proceso de enseñanza. Este desafío consiste en orientar al futuro profesionista en la multiculturalidad, dirigir su enfoque a la diversidad social con miras a una globalización responsable. Para lograr este objetivo, se establece la integración del tema "turismo cultural" como instrumento para generar, inquietudes, fomentar la cultura y crear el ambiente propicio para interiorizar la importancia de ser un profesionista con competencias globales. Para llevar acabo este punto, se toma como marco de acción la materia de taller de ética, así como dinámica social, aplicables a la mayoría de los programas educativos del Tecnológico Nacional de México, anclándolos en los temas relacionados con las habilidades blandas, que permiten el análisis de la información cultural, empleando las siguientes técnicas de enseñanza como: el coloquio del viajero y el día del patrimonio universal. Generando en el estudiante, no solo un momento de esparcimiento cultural o un incremento del conocimiento general, sino, una expansión en los horizontes profesionales de los que ahora se da cuenta que tiene alcance.

ABSTRACT

Training engineers with a global perspective and who are empathetic to cultural diversity is a noble and current premise, but, given the increase in youth in social apathy towards humanistic issues or the so common obviousness of information, teaching, right now, faces a new challenge in the teaching process. This challenge consists of guiding future professionals in multiculturalism, directing their approach to social diversity with a view to responsible globalization. To achieve this objective, the integration of the topic "cultural tourism" is established as an instrument to generate concerns, promote culture and create the right environment to internalize the importance of being a professional with global competencies. To carry out this point, the subject of ethics workshop, as well as sociology, is taken as a framework of action, applicable to most of the educational programs of the National Technology of Mexico, anchoring them in topics related to soft skills, which allow the analysis of cultural information, using the following teaching techniques such as: traveler's colloquium and the universal heritage´s day Generating in the student, not only a moment of cultural recreation or an increase in general knowledge, but also an expansion in the professional horizons of which he now realizes he has scope.

ANTECEDENTES

El turismo cultural se presenta como una herramienta innovadora para integrar la globalización en la formación de ingenieros. Este artículo explora una propuesta para implementar el turismo cultural en programas educativos de ingeniería, específicamente en las ingenierías de Materiales y en Gestión Empresarial, proporcionando la información y las técnicas que respaldan su efectividad.

[1] Profesor Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato. ramon.mg@irapuato.tecnm.mx
[2] Profesora Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México / ITS. elizabeth.ve@irapuato.tecnm.mx

Una problemática común, y verdaderamente observable en diversas ingenierías, es la apatía del estudiante en lo relacionado a temas sociales, culturales o humanos, dado que existe una tendencia muy marcada a ver este tipo de materias y contenido como de relleno. A su percepción, son simplemente materias como requisito para la obtención de su título, pero no como asignaturas que forjan al individuo como ciudadano responsable, como un ser humano íntegro.

Entonces, ante esta percepción compartida por las nuevas generaciones estudiantiles, se pueden plantear las siguientes interrogantes ¿existe algún método que permita al profesionista en desarrollo apropiarse de la culturalidad como competencia profesional? ¿el estudiante de ingeniería es capaz de disfrutar de la cultura general sin caer en el aburrimiento didáctico? ¿el turismo puede ser una rama del conocimiento que abone a la comprensión de la multiculturalidad en el desarrollo académico y profesional en la ingeniería? Y específicamente hablando de turismo cultural, ¿pueden las actividades comunes en turismo como el coloquio del viajero y el día del patrimonio universal mejorar la adquisición de cultura general en los estudiantes de ingeniería?

Por tanto, como objetivo se establece que: emplear las dinámicas de aprendizaje comunes en el turismo cultural permitirán la asimilación de la cultura en la formación de ingenieros adscritos en el sistema tecnológico nacional, en el marco de las materias de Taller de Ética y Dinámica social.

Dicho lo anterior, se establece que, las actividades mencionadas se llevaron acabo en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, en las carreras de Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Materiales. En las materias de Taller de Ética impartida en la ingeniería en Materiales en el primer semestre y en Gestión Empresarial en el segundo, Así como en la materia de Dinámica Social, dada en segundo semestre de la ingeniería antes mencionada. Todos los grupos en el turno matutino. Los grupos estaban compuestos de 15 estudiantes en Materiales y 42 en Gestión Empresarial.

En otras palabras, la población total fueron los estudiantes de las materias antes mencionadas. Se empleó un muestreo por conveniencia, para facilitar la adquisición de información proporcionada por los sujetos participantes. El motivo de porqué se eligieron esas materias radica en que, por su contenido temático, de corte humanista con un enfoque integral, permiten el análisis de estos temas humanísticos y culturales, proporcionando el entorno adecuado para el análisis e incluso el debate de la información.

La muestra del estudiantado posee las siguientes características: se compone de un total de 57 estudiantes, de los cuales 24 son mujeres y 33 son hombres, el rango de edades comienza de los 17 a los 23 años. Todos cursantes de las materias ya establecidas con anterioridad en párrafos previos.

La selección de turismo radica en la conexión de un área humanista elegida por su crecimiento en la región como sector de investigación y desarrollo económico, así como su multifuncionalidad y aplicabilidad en diversos sectores, dicho de otra forma, su pertinencia en la gestión empresarial.

La globalización lo ha transformado todo, incluyendo claro está, la educación en ingeniería. Ante esto, los ingenieros deben estar preparados para enfrentar los desafíos globales y trabajar en entornos multiculturales, ya que, cada día, en la región, la internacionalización se hace presente en el sector industrial. Ante esto, se postula que el turismo cultural puede ser una estrategia efectiva para desarrollar competencias interculturales y globales en los estudiantes de ingeniería.

En otras palabras, el turismo cultural puede ser una herramienta valiosa para formar ingenieros con una perspectiva global. Al exponer a los estudiantes al aprendizaje de diferentes culturas, el turismo cultural puede ayudarle a desarrollar habilidades importantes como la comunicación intercultural, la adaptabilidad y la resolución de problemas. Estas habilidades son esenciales para los ingenieros que trabajan en un mundo globalizado. Dichos elementos no son más que las tan mencionadas habilidades blandas establecidas en el Tecnológico Nacional de México.

Además de los beneficios mencionados anteriormente, el turismo cultural también puede ayudar a los ingenieros a desarrollar una serie de otras habilidades importantes, como el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración. Todas estas habilidades son esenciales para los ingenieros que desean tener éxito en el presente siglo, caracterizado por los retos únicos y distintos con énfasis en lo humano y su interacción social.

METODOLOGÍA

Hay varias formas en que las universidades pueden incorporar el turismo cultural en la formación de ingenieros. Una opción es ofrecer programas de intercambio o viajes de estudio que permitan a los estudiantes vivir y estudiar en un país extranjero. Otra opción es invitar a oradores invitados de diferentes culturas a compartir sus experiencias con los estudiantes. Las docentes también pueden organizar eventos culturales y actividades que expongan a los estudiantes a diferentes culturas, mismas actividades muy comúnmente presentes en las asignaturas de lenguas extranjeras como el inglés o el francés principalmente.

Pero, en cuanto al presente artículo, se aplicó de la siguiente manera: tomando como referencia las clases llevadas a cabo en la carrera de turismo, en el Instituto Irapuato (institución de educación superior de carácter privado), donde se aplican diversas dinámicas para fomentar la cultura general y el conocimiento global, se eligieron 2 actividades, que por su versatilidad pueden ser implementadas en otros círculos académicos fuera del contexto turístico. Estas son el coloquio del viajero y el día del patrimonio universal.

La metodología propuesta por el autor del presente artículo incluye las siguientes etapas para llevar a cabo la implementación de la idea:

1. **Diagnóstico Inicial**: Evaluación de las necesidades y expectativas de los estudiantes en relación con la globalización y la interculturalidad. Llevada a cabo por medio de un cuestionario escrito de reactivos de cultura general elaborada por el propio docente.
2. **Diseño del Programa**: Elección de las dinámicas turísticas a emplear en las materias de Dinámica Social (puesto que, en la segunda unidad, titulada principios de la socialización, el subtema 2.2 lleva por nombre Cultura) y Taller de ética (ya que, según el temario del Tecnológico Nacional de México, uno de sus temas con pertinencia a los que se está abordando es la unidad dos, donde se socializa el sentido sociocultural de la ética,

enmarcándose la ética profesional en todas sus diversificación) de las carreras de Gestión Empresarial e Ingeniería en Materiales.

3. **Implementación**: Realización de las dinámicas elegidas ya antes mencionadas, tanto el coloquio del viajero como el día del patrimonio universal, fomentando en su implementación la reflexión y el análisis crítico, habilidades que se busca desarrollar en los estudiantes y por supuesto, motivarlos a que continuamente las estén aplicando en sus futuros contextos laborales. Y finalmente,
4. **Evaluación**: Que es el análisis de los resultados obtenidos mediante encuestas, entrevistas y observación directa para identificar el impacto de las dinámicas en los estudiantes.

A continuación, para dar mayor estructura al artículo, se integra un breve pero sustancioso marco teórico con los elementos indispensables para la comprensión del lector en el tema turístico.

Definición de Turismo

El turismo se define como el conjunto de actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos a su entorno habitual, por un período consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, negocios u otros motivos (Organización Mundial del Turismo, 2023). Según Hunziker y Krapf (1942), el turismo comprende los fenómenos y relaciones que surgen del desplazamiento y la estancia de personas fuera de su lugar de residencia habitual, siempre que no se trate de una actividad lucrativa permanente o temporal.

Definición de Turismo Cultural

El turismo cultural se refiere a las actividades que realiza un turista para conocer, estudiar y aprender las características culturales de un destino geográfico. Este tipo de turismo incluye visitas a sitios históricos, museos, monumentos y eventos culturales, y se caracteriza por su enfoque en el patrimonio cultural y los atractivos artísticos de una región (CEUPE, 2023).

Este marco teórico también se fundamenta en la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb, que destaca la importancia de la experiencia directa en el proceso de aprendizaje. Además, se apoya en estudios sobre la educación intercultural y la globalización en la formación de ingenieros.

- **Teoría del Aprendizaje Experiencial**: Según Kolb (1984), el aprendizaje es un proceso cíclico que incluye la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. El turismo cultural proporciona experiencias concretas que pueden ser analizadas y reflexionadas por los estudiantes, facilitando así un aprendizaje profundo y significativo, de allí el porqué de la elección de este ítem para el enriquecimiento del presente artículo.
- **Educación Intercultural**: La educación intercultural busca desarrollar competencias que permitan a los individuos interactuar efectivamente en contextos multiculturales (Banks, 2008). El turismo cultural expone a los estudiantes a diversas culturas, promoviendo la comprensión y el respeto por la diversidad. Y dado que muchos de los egresados del tecnológico nacional están inmersos en empresas extranjeras y su contacto con otras

culturas es inevitable, necesitan por tanto el fortalecimiento de este elemento en su desarrollo profesional.

- **Globalización y Formación de Ingenieros**: La globalización exige que los ingenieros posean habilidades interculturales y una comprensión global de los problemas técnicos y sociales (Hanel del Valle & Taborga, 2020). Integrar el turismo cultural en la formación de ingenieros puede ayudar a desarrollar estas competencias esenciales. Y es que, en la sociedad actual, con sus requisitos profesionales cada día con mayores estándares de exigencia, se necesita enfrentar de cara el elemento global a toda costa.

También es importante mencionar en qué consisten cada una de las actividades elegidas en el proceso y tal como se realizan como a continuación se expresa:

- **Coloquio del viajero**: esta actividad consiste en que, un estudiante elegirá un destino turístico que investigará a profundidad, posteriormente, se presentará como un turista experto en el tema, platicando un viaje ficticio con todos los atributos valiosos del lugar, así como costos de los lugares de interés y los posibles itinerarios que recomiende. El estudiante presentará una bandera del país que eligió para darle mayor realismo y encanto a la actividad.

También pueden mencionar la moneda del país, así como la equivalencia con respecto al peso mexicano, para darle mayor realismo a la presentación, posteriormente, el estudiante expondrá lo descubierto en su investigación y lo socializará con sus compañeros, se le puede otorgar un promedio de 2 a 5 minutos máximo para no perder la atención del grupo, puede emplear ayudas audiovisuales si así lo decide el estudiante, permitiendo las preguntas y los posibles aportes que enriquezcan las interacciones y el conocimiento y la cultura general, véase la Figura 1.

Figura 1. *Coloquio del viajero*.

- **Día del patrimonio universal**: en esta dinámica, los estudiantes elegirán uno o varios patrimonios de la humanidad declarados por la UNESCO, se pueden apoyar principalmente en la página de la UNESCO donde vienen todos los patrimonios de la humanidad declarados por dicha institución, mismos que presentarán frente a grupo, de

manera relajada, sin la presión de una exposición formal que les genere alguna presión excesiva o que contribuya al estrés que puedan estar experimentando en el momento, fomentando ante todo el conocimiento general, la cultura general, así como la curiosidad por conocer lugares fascinantes que propicien el gusto por seguir aprendiendo y el deseo de en un futuro viajar a esos lugares. Y es que, cuando la curiosidad se fomenta en los grupos, el aprendizaje llega con mayor potencia y además la permanencia del conocimiento puede ser incluso mayor en comparación de otras actividades cotidianas por no decir monótonas, véase Figura 2.

Figura 2. *Día del patrominio universal*.

Para sintetizar el presente apartado se expresa que:

- En las carreras de ingeniería en Gestión Empresarial y Materiales,
- en las materias de Dinámica Social y Taller de ética, del primero y segundo semestre de las carreras antes mencionadas, cuya temática aborda la cultura,
- se implementaron 2 actividades usualmente aplicadas en las carreras fuera del sistema tecnológico siendo la elegida la de turismo (cuyo contexto es el turismo cultural), dichas actividades son el coloquio del viajero y el día del patrimonio universal.
- Se realizó primeramente un examen diagnóstico para conocer el nivel de conocimientos de cultura general de los participantes. (preguntas como: ¿Cuáles son las 7 maravillas del mundo modernas? ¿Cuáles son los patrimonios arqueológicos más representativos de América? Entre otras). Dicho cuestionario se recomienda que pueda ser escrito, o bien, proyectar en diapositivas las preguntas y que de manera grupal vayan respondiendo y con ello, reconocer a manera de diagnóstico, el conocimiento general que poseen.
- Se empleó la observación participante por parte del docente para registrar las impresiones, actitudes e interacciones de los estudiantes en las actividades mencionadas.
- Se evaluó el desempeño y el aprendizaje por medio del sondeo grupal al final de las actividades.

RESULTADOS

Una vez implementadas las dinámicas, se pudo observar que los estudiantes se mostraron entusiastas en las actividades, (a continuación, se muestran algunas de las opiniones

registradas y citadas tal cual la expresaron de los estudiantes) pues refirieron de manera general que:
“hacen falta más dinámicas de este tipo en las clases”,
“aprendí más en esta hora que en mis clases de geografía”,
“la cultura es interesante”,
“me gustó esta clase”,
“las clases deberían ser así, más dinámicas, más entretenidas”,
“es interesante aprender de cultura”.

Con respecto a lo anotado en la observación de parte del docente en la aplicación de las dinámicas, se demuestra lo siguiente: la participación fue constante, por ejemplo, en el coloquio del viajero, se eligieron países como Ecuador, Perú, Brasil y Japón, entre otros y los estudiantes hacían bastantes preguntas de los destinos que o bien, desde hace tiempo desean visitar como un sueño a futuro o simplemente porque, durante la actividad, nació en ellos el deseo por visitarlos, dado su diversidad y su riqueza cultural.

Se presentaron muchas emociones distinguibles, por ejemplo, la sorpresa y el entusiasmo. Ya que, al cambiar la forma típica de dar clase e implementar al turismo como estrategia, se generó cierta expectación en los estudiantes, como una nueva forma de romper la monotonía académica en contraste con el resto de las clases que han cursado en la carrera.

Con respecto al día del patrimonio cultural, los estudiantes refieren que, exponer de esos temas, representa un “respiro” en su carga académica, que les permite, además, olvidarse del estrés que pueden estar viviendo con respecto al resto de materias que cursan en ese momento. (Algunos de los lugares que eligieron por voluntad propia o simple curiosidad fueron las 7 maravillas del mundo moderno como Petra en Jordania, El coliseo Romano, el Taj Mahal en la India o el Cristo redentor en Brasil).

Si bien, no son actividades complejas, o en extremo extensas, (se puede invertir de 2 a 3 horas únicamente, esto dependiendo de la motivación de los estudiantes, de la dedicación que tengan en la elaboración de su defensa o en la participación que tengan con respecto a las preguntas o los aportes de sus compañeros) contribuyen a la fácil asimilación de información de cultura general, así como al abono constante del mejoramiento de habilidades blandas en un contexto ingenieril y global.

Incluso, como estrategia docente, permite al profesor, pasar un momento de mayor interacción con su grupo, fomentando incluso, el conocimiento más profundo de sus estudiantes, identificando sus pasiones o intereses que además, tendrá un impacto favorable en el ambiente grupal.
Se puede decir que, ante esta pequeña población de estudiantes (casi los 60 estudiantes en total, dado que solo fueron dos grupos los elegidos, en las dos materias mencionadas anteriormente) el turismo cultural es una estrategia prometedora para integrar la globalización en la formación de ingenieros. A través de estas experiencias directas y reflexivas, los estudiantes de materiales y de gestión empresarial pueden desarrollar competencias interculturales y globales, preparándolos mejor para enfrentar los desafíos de un mundo interconectado.

CONCLUSIONES

En esencia, el turismo cultural puede ser una herramienta valiosa para formar ingenieros con una perspectiva global. Al exponer a los estudiantes a diferentes actividades de turismo, cuyo tema sean las culturas, el turismo cultural puede ayudarlos a desarrollar habilidades importantes, comprender los desafíos y oportunidades que presenta la globalización y desarrollar una serie de otras habilidades importantes.

Los estudiantes, en ambas actividades se mostraron dispuestos a participar, así como también se mostraron satisfechos por los resultados obtenidos, es decir, mayor conocimiento de la cultura, gracias al turismo cultural manifestado en las dinámicas realizadas.

Al realizarse el sondeo general al final de las dos actividades, se pudo observar la satisfacción del grupo frente al cambio tan distintivo en la forma de abordar los contenidos temáticos de las asignaturas. En ocasiones, es sano romper los paradigmas estructurados en la educación superior para facilitar el aprendizaje y crear entornos amigables y eficientes en la asimilación de la información por parte de los alumnos.

Para finalizar, se puede decir que el turismo cultural puede ayudar a los estudiantes de ingeniería a comprender los desafíos y oportunidades que presenta la globalización. Al aprender sobre diferentes culturas y sitios turísticos, los estudiantes pueden desarrollar una mayor apreciación por la diversidad y una comprensión más profunda de los problemas globales. Con un buen acompañamiento por parte del docente, así como aportaciones valiosas, esta comprensión puede ayudar a los ingenieros a diseñar soluciones que sean culturalmente sensibles y socialmente responsables.

Las dinámicas con relación al turismo cultural propician el aprendizaje de la globalización en la educación superior tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

Banks, J. A. (2008). *An introduction to multicultural education*. Pearson.

CEUPE. (2023). *¿Qué es el Turismo cultural? Concepto y características*. Recuperado de https://www.ceupe.com/blog/turismo-cultural.html

Hanel del Valle, J., & Taborga, H. (2020). *Formación de los ingenieros frente a la globalización*. ANUIES.

Hunziker, W., & Krapf, K. (1942). *Grundriss der Allgemeinen Fremdenverkehrslehre*. Polygraphischer Verlag.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Organización Mundial del Turismo. (2023). Glosario de términos de turismo. Recuperado de https://www.unwto.org/es/glosario-terminos-turisticos

MODELO DE EVALUACIÓN DEL PERFIL DE EGRESO BASADO EN EL SEGUIMIENTO DE LA TRAYECTORIA ESCOLAR

MODEL OF GRADUATE PROFILE EVALUATION BASED ON ACADEMIC TRAJECTORY MONITORING

J. I. Hernández Oropeza[1]

RESUMEN

La evaluación del perfil de egreso en los programas de ingeniería es fundamental para garantizar una formación integral alineada con el sector productivo y las necesidades sociales, además de fortalecer la identidad institucional y la competitividad de los egresados. No obstante, la falta de una metodología estandarizada representa un desafío para las instituciones educativas. En respuesta a esta situación, la Facultad de Ingeniería de la Universidad La Salle México desarrolló un modelo estructurado en tres fases, ágil y replicable, que permite evaluar el cumplimiento del perfil de egreso a lo largo de la trayectoria escolar. A diferencia de otros enfoques, esta propuesta se basa exclusivamente en evidencias curriculares, sin considerar encuestas a estudiantes, docentes, egresados y empleadores, ni resultados de exámenes externos como los EGEL Plus del Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (Ceneval) o el seguimiento laboral de egresados. Estos elementos se prevén para una futura transición hacia un modelo integral más robusto. Este trabajo presenta los antecedentes del problema, los retos de la evaluación, la metodología aplicada, los resultados obtenidos y las conclusiones. La propuesta busca servir como referencia para instituciones interesadas en implementar un proceso similar que optimice la evaluación del perfil de egreso y su relación con la trayectoria escolar.

ABSTRACT

The evaluation of graduate profiles in engineering programs is essential to ensuring a comprehensive education aligned with the productive sector and social needs, while also strengthening institutional identity and the competitiveness of graduates. However, the lack of a standardized methodology poses a challenge for educational institutions. In response to this situation, the Faculty of Engineering at Universidad La Salle Mexico developed a structured, agile, and replicable three-phase model that enables the evaluation of graduate profile compliance throughout the academic trajectory. Unlike other approaches, this proposal relies exclusively on curricular evidence, without considering surveys of students, faculty, graduates, and employers, nor the results of external exams such as the EGEL Plus from the National Center for the Evaluation of Higher Education (Ceneval) or graduate employment tracking. These elements are planned for a future transition to a more comprehensive and robust model. This work presents the background of the problem, the challenges of evaluation, the applied methodology, the results obtained, and the conclusions. The proposal aims to serve as a reference for institutions interested in implementing a similar process to enhance the assessment of graduate profiles and their connection to the academic trajectory.

ANTECEDENTES

La evaluación del perfil de egreso en programas de ingeniería ha adquirido una creciente relevancia en las Instituciones de Educación Superior (IES), impulsada por las demandas del sector productivo, que requiere egresados con un perfil integral que combine tanto competencias técnicas como habilidades transversales. Esta evaluación contribuye al fortalecimiento de la identidad institucional, al ofrecer un perfil distintivo para los egresados, lo que les proporciona una ventaja competitiva en el mercado laboral. La falta de una metodología unificada y estandarizada para evaluar el cumplimiento del perfil de egreso constituye un desafío importante.

[1] Secretario Académico. Facultad de Ingeniería. jose.hernandez@lasalle.mx

Ante esto, las IES han adoptado diversos enfoques, que incluyen evaluaciones directas, como exámenes de competencias, proyectos integradores y portafolios, así como evaluaciones indirectas mediante encuestas a egresados y empleadores (Huamán et al., 2020).

Este trabajo se vincula con *Experiencias y recomendaciones en la formación de ingenieros* pues un modelo de evaluación del perfil de egreso resulta fundamental en la preparación de ingenieros, ya que permite identificar de manera constante las áreas de mejora en el proceso educativo, lo que asegura que los estudiantes desarrollen las capacidades necesarias para enfrentar los desafíos del sector productivo y las necesidades sociales. La justificación de este trabajo radica en su capacidad para garantizar una educación integral y actualizada, alineada con los requerimientos del mercado laboral y el impacto positivo en la sociedad.

El impacto de este modelo en la formación de ingenieros se encuentra en que potencia el desarrollo integral de los estudiantes, mejora los procesos de enseñanza-aprendizaje y asegura su preparación para los desafíos profesionales y sociales, lo que garantiza una formación alineada con las necesidades tanto del sector productivo como de la sociedad.

Definición de perfil de egreso

El perfil de egreso es un modelo elaborado por una institución educativa en el que se establecen y describen las principales características académicas y profesionales, así como el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores que deben tener los estudiantes que concluyen sus estudios, como resultado de haber transitado por un determinado sistema de enseñanza y aprendizaje, y que les permita satisfacer determinadas necesidades sociales (Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior [FIMPES], 2023a). Su clasificación varía según los enfoques educativos y las necesidades del sector productivo, considerando tanto habilidades técnicas como transversales (Laguna y Ramírez, 2024).

El perfil de egreso no solo determina el nivel de preparación de los egresados, sino que también fortalece la identidad institucional de las universidades al asegurarse de que sus estudiantes desarrollen rasgos distintivos que les permitan destacarse en el ámbito laboral (Pucuhuaranga et al., 2019).

Evaluación del perfil de egreso y su importancia en el contexto de las IES

La evaluación del perfil de egreso es fundamental para la rendición de cuentas de las IES, ya que permite demostrar la efectividad de los programas educativos ante organismos reguladores y la sociedad en general. Además, facilita la toma de decisiones basada en evidencia para la mejora continua (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería [CACEI], 2024). Las estrategias de evaluación del perfil de egreso incluyen enfoques cualitativos, como entrevistas y grupos focales, así como métodos cuantitativos, tales como pruebas estandarizadas y encuestas de seguimiento a egresados (Huamán et al., 2020).

Las IES han implementado diversos métodos internos para evaluar el logro del perfil de egreso a lo largo de la trayectoria académica, mediante proyectos integradores, portafolios de evidencias y autoevaluaciones sistemáticas. Las evaluaciones externas, como el Examen General para el Egreso de la Licenciatura (EGEL) de Ceneval, ofrecen una medición objetiva, aunque parcial, del cumplimiento del perfil de egreso, complementando las evaluaciones

internas de cada universidad (Laguna y Ramírez, 2024). El uso de estrategias de evaluación formativa y sumativa permite monitorear el desarrollo de los estudiantes durante su formación, asegurando un proceso de mejora continua en los programas académicos (Pucuhuaranga et al., 2019).

Relación de la evaluación del perfil de egreso con la acreditación de programas de ingeniería

La acreditación de los programas educativos es un proceso clave para garantizar la calidad educativa y el reconocimiento de los egresados en el ámbito profesional (Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior [CIEES], 2018). Los organismos de evaluación y acreditación consideran el logro del perfil de egreso como un criterio esencial para validar la pertinencia de los programas educativos y su alineación con las necesidades del sector productivo (FIMPES, 2023b).

Diversos organismos evaluadores y acreditadores, como la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES), los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES) y el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), establecen lineamientos para garantizar la calidad de los programas de educación superior.

En el caso de los programas de ingeniería, estos lineamientos buscan asegurar que los egresados desarrollen tanto competencias técnicas como habilidades transversales necesarias para su desempeño profesional (CACEI, 2024). Los criterios de acreditación incluyen la evaluación de la pertinencia del plan de estudios, el impacto de la formación en la empleabilidad de los egresados y la implementación de estrategias que favorezcan la mejora continua (FIMPES, 2023b).

Diversas universidades en México han desarrollado estrategias de evaluación alineadas con dichos criterios, incorporando metodologías innovadoras como portafolios digitales y proyectos integradores para medir de manera efectiva el cumplimiento del perfil de egreso (Martínez et al., 2015; Ruiz y Tejeda, 2019).

Retos en la evaluación del perfil de egreso

La evaluación del perfil de egreso enfrenta varios retos, entre los cuales destacan la falta de indicadores estandarizados, lo que dificulta la medición objetiva y la comparación entre instituciones. La recolección de datos sobre el desempeño laboral de los egresados también es un desafío, dado que muchas veces no existen sistemas eficaces para hacer un seguimiento a largo plazo. Además, es fundamental que los actores clave, como docentes, empleadores y organismos acreditadores, colaboren estrechamente para garantizar una evaluación integral (Porras et al., 2020).

Otro reto importante es el uso adecuado de herramientas de evaluación: la diversidad de instrumentos puede generar discrepancias en los resultados si no se seleccionan y aplican correctamente según el contexto. Finalmente, los resultados de la evaluación deben traducirse en estrategias efectivas para el perfeccionamiento de los programas académicos, lo cual implica un proceso constante de mejora continua (Huamán et al., 2020).

Impacto en la formación de los estudiantes de ingeniería

La evaluación del perfil de egreso es un clave para identificar áreas de mejora en la formación de los estudiantes, garantizando que cuenten con las competencias necesarias para enfrentar los desafíos del mercado laboral (Martínez et al., 2020).

El presente trabajo es relevante para la formación en ingeniería, ya que un modelo de evaluación del perfil de egreso basado en el seguimiento de la trayectoria escolar podría ser usado para identificar fortalezas y áreas de oportunidad en la preparación de los estudiantes, favoreciendo la adaptación ágil y eficiente de los planes de estudio. Además, este enfoque de evaluación fortalece los procesos de acreditación de los programas educativos, asegurando su cumplimiento con los estándares de calidad establecidos por los organismos acreditadores.

METODOLOGÍA

Un enfoque estructurado y sistemático para la evaluación del perfil de egreso en programas de ingeniería fue utilizado. La metodología consistió en tres etapas:

1. Revisión de los marcos de referencia de organismos de evaluación y acreditación relevantes,
2. Estructuración de un modelo de evaluación del perfil de egreso basado en el seguimiento de la trayectoria escolar, y
3. Definición de actividades específicas dentro de cada fase del modelo de evaluación propuesto.

Este abordaje metodológico permitió generar una propuesta de modelo de evaluación continuo a lo largo de la trayectoria escolar del alumno y alineado con los estándares de calidad en educación superior.

Revisión y análisis de marcos de referencia

En esta etapa, se revisaron y analizaron los marcos de referencia de los principales organismos de evaluación y acreditación, como el *Manual del Sistema de Acreditación a través del Desarrollo y el Fortalecimiento Institucional Versión 4.1* (FIMPES, 2023b), el *Marco específico para la evaluación de programas educativos de técnico superior universitario y licenciatura en modalidad escolarizada* (CIEES, 2023) y el *Manual del Marco de Referencia 2025 (MR2025) para la acreditación de programas de Ingeniería* (CACEI, 2024). Se identificaron criterios clave para la evaluación del perfil de egreso, incluyendo competencias técnicas, habilidades transversales y actitudes profesionales. Esta revisión permitió establecer una base sólida para el diseño metodológico.

Estructuración del modelo de evaluación

Con base en los hallazgos de la etapa anterior, se diseñó un modelo de evaluación basado en el seguimiento de la trayectoria escolar. Se definieron tres fases principales: una previa de planificación, la de evaluación y una fase posterior de análisis y mejora, con lo cual el modelo asegura el seguimiento continuo del desarrollo de los rasgos del perfil de egreso a través de la trayectoria del estudiante.

Definición de las actividades de cada fase del modelo de evaluación

El modelo de evaluación propuesto se estructuró en tres fases principales. En la fase de planeación, se definen y redactan los rasgos del perfil de egreso con base en la consulta a grupos focales, lo que asegura su pertinencia y que sean medibles. Posteriormente, se establece una matriz de alineación entre los rasgos del perfil de egreso y las materias del programa educativo. Finalmente, se define la metodología para la construcción de la calificación final de cada materia, incorporando mecanismos de evaluación directamente relacionados con los rasgos del perfil de egreso asociados a la asignatura, y se determinan los indicadores deseables de cumplimiento.

En la fase de evaluación, se aplican rúbricas asociadas a las actividades previamente definidas en la construcción de la calificación final para medir el nivel de desarrollo de cada rasgo. A partir de las calificaciones obtenidas en estas actividades, se genera un concentrado en el que se determina el desempeño en cada rasgo a una escala de base 10, permitiendo una evaluación más detallada del perfil de egreso.

Finalmente, la fase de análisis y mejora se enfoca en el análisis del cumplimiento del perfil de egreso tanto a nivel de cohorte como individual, comparando los resultados obtenidos con los indicadores establecidos e identificando áreas de mejora. Si se detectan deficiencias en el logro de ciertos rasgos, se diseñan e implementan acciones remediales para fortalecer la formación de los estudiantes, asegurando una alineación continua entre el perfil de egreso y las exigencias del sector productivo.

La metodología desarrollada proporciona un esquema estructurado y replicable para la evaluación del perfil de egreso en programas de ingeniería. Su implementación permitirá a la Facultad de Ingeniería de la Universidad La Salle México realizar ajustes informados en su currículo y mejorar la calidad de su formación académica.

RESULTADOS

La revisión de los marcos de referencia permitió identificar con claridad los conocimientos especializados, habilidades técnicas y transversales, así como las actitudes profesionales que deben ser consideradas en el proceso de evaluación. Este análisis se utilizó como base para estructurar un modelo metodológico que garantiza una evaluación integral, asegurando que los rasgos del perfil de egreso estén alineados con las exigencias tanto del sector educativo como del productivo.

La identificación de los criterios fundamentales para la evaluación del perfil de egreso en los programas de ingeniería fue un aspecto clave en este trabajo, ya que permitió garantizar que el proceso de evaluación estuviera alineado con los estándares establecidos por los principales organismos evaluadores y acreditadores. Este alineamiento no solo facilita la comparación de los programas académicos con referentes nacionales e internacionales, sino que también asegura que los egresados cuenten con las competencias necesarias para responder a las exigencias del sector productivo y de la sociedad en general.

Para definir estos criterios, se realizó un análisis detallado de los marcos de referencia utilizados por organismos de acreditación reconocidos. En particular, se consideró lo señalado en el *criterio 4.2* del marco de referencia de la FIMPES. Este criterio es de gran

importancia, pues forma parte de los cinco esenciales y establece que *"La institución demostrará que logra sus perfiles de egreso en todos sus programas"* (FIMPES, 2023b). Su inclusión en este estudio permitió enfocar el modelo de evaluación en la demostración efectiva del cumplimiento del perfil de egreso.

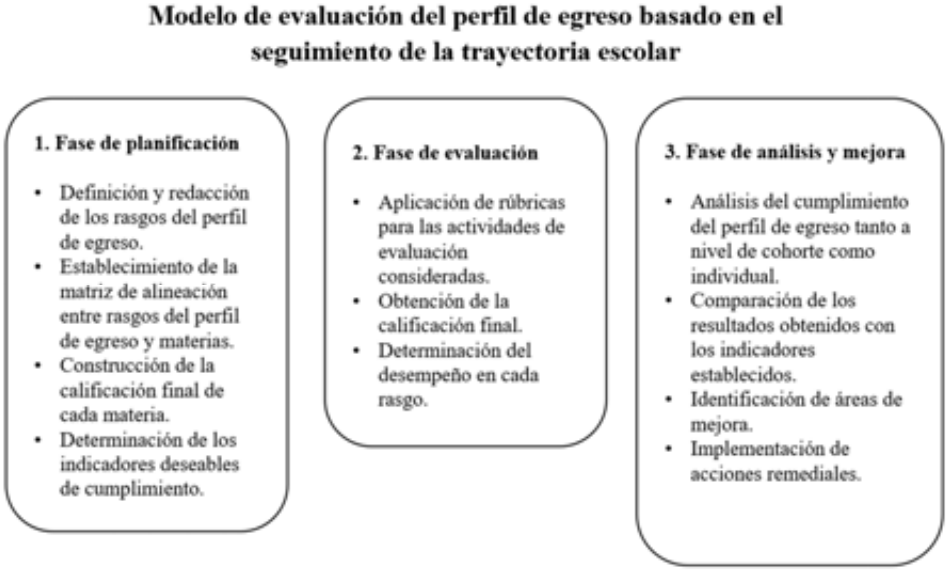
Además, se tomaron en cuenta otros marcos de referencia que contribuyen a una evaluación más completa. En el caso de los CIEES, se revisó el *Eje II. Estrategia de formación*, con énfasis en las *Categorías 3 y 4*, que corresponden a *Plan de estudios* y *Trayectoria de formación*, respectivamente (CIEES, 2023). Estas categorías ofrecen directrices sobre la estructura curricular y el desarrollo académico de los estudiantes a lo largo de su formación.

Asimismo, se consideró el MR2025 del CACEI, específicamente las *Categorías 1, 2 y 4*, que abarcan *Estudiantes*, *Plan de estudios* y *Atributos de egreso* (CACEI, 2024), que aportaron al modelo un enfoque detallado sobre los criterios de calidad que deben cumplirse en la formación de ingenieros, estableciendo indicadores clave para la medición del desempeño estudiantil y el impacto de la formación académica en su desarrollo profesional.

La revisión de estos marcos permitió definir con claridad los conocimientos especializados, habilidades técnicas y transversales, así como las actitudes profesionales que deben considerarse en el proceso de evaluación. Este análisis sirvió como base para estructurar un modelo metodológico que garantice una evaluación integral del perfil de egreso, asegurando la correspondencia entre los rasgos del perfil de egreso y las exigencias del sector educativo y productivo.

Como resultado de este análisis, se propuso un modelo de evaluación del perfil de egreso, cuya estructura se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. *Fases del modelo de evaluación propuesto con sus actividades.*



Cada una de estas fases desempeña un papel fundamental en el monitoreo y mejora continua del cumplimiento de los rasgos del perfil de egreso.

Este enfoque estructurado y alineado con los marcos de referencia de acreditación facilita la implementación de un sistema de evaluación que no solo mida el grado de cumplimiento del perfil de egreso, sino que también contribuya a la mejora continua de los programas de ingeniería, asegurando su pertinencia y competitividad en un contexto globalizado.

A continuación, se detalla cada una de estas etapas y su relevancia en el proceso.

Fase de planificación

Esta fase comienza en la etapa de diseño curricular y se centra en la definición de los rasgos del perfil de egreso con base en las necesidades del sector productivo, asegurando su pertinencia mediante la consulta a grupos focales conformados por estudiantes, docentes, egresados y empleadores. Es fundamental que estos rasgos sean redactados de manera clara, medible y alineada con estándares nacionales e internacionales.

Posteriormente, se elabora una matriz de alineación que vincula los rasgos del perfil de egreso con las asignaturas del plan de estudios, permitiendo identificar en qué materias se desarrolla cada rasgo. Esto facilita una evaluación progresiva a lo largo de la trayectoria escolar. Además, se define la metodología para la construcción de la calificación en cada asignatura, integrando actividades de evaluación asociadas a los rasgos del perfil de egreso. En esta etapa, también se establecen los indicadores deseables de cumplimiento para cada rasgo, proporcionando un marco de referencia claro para su evaluación en fases posteriores.

Esta fase garantiza que la evaluación no sea un proceso aislado, sino un componente integral del diseño curricular. De este modo, los rasgos del perfil de egreso se trabajan de manera sistemática y su desarrollo puede ser monitoreado desde el inicio de la trayectoria académica.

Fase de evaluación

La evaluación del perfil de egreso se realiza mediante la aplicación de rúbricas alineadas con las actividades definidas en cada asignatura para la construcción de la calificación final (Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería [ANFEI], 2018). Estas rúbricas permiten obtener calificaciones específicas por actividad. Al conocer el porcentaje que cada actividad aporta a la calificación final y el rasgo del perfil de egreso con el que se relaciona, es posible calcular una calificación por rasgo y convertirla a una escala de base 10 para facilitar su interpretación.

El concentrado de calificaciones de los rasgos de egreso se obtiene mediante la ponderación de las actividades diseñadas para evaluar cada rasgo, proporcionando una medición detallada y cuantificable de los conocimientos, habilidades, actitudes y valores de los estudiantes.

La implementación de una evaluación estructurada permite generar datos concretos sobre el progreso de los estudiantes en cada atributo del perfil de egreso, facilitando la identificación de áreas de mejora tanto a nivel individual como de cohortes.

Fase de análisis y mejora

La última fase del modelo consiste en el análisis de los resultados obtenidos, tanto a nivel individual como por cohorte generacional. Este análisis permite detectar patrones y áreas de oportunidad en el cumplimiento del perfil de egreso. En caso de identificar deficiencias en ciertos atributos, se establecen estrategias remediales de fortalecimiento, tales como cursos de nivelación, actividades de refuerzo y programas de tutoría.

El análisis de resultados no solo contribuye a la mejora continua del proceso educativo, sino que también permite a la institución tomar decisiones informadas sobre modificaciones curriculares y ajustes en las estrategias de enseñanza-aprendizaje.

El modelo propuesto ofrece un enfoque estructurado y replicable para la evaluación del perfil de egreso en programas de ingeniería. Su integración con el diseño curricular y su implementación a lo largo de la trayectoria escolar permiten un monitoreo sistemático del desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes y valores en los estudiantes, asegurando una formación alineada con las demandas del sector productivo.

CONCLUSIONES

Entre las principales ventajas del modelo propuesto se encuentran:

- Alineación del perfil de egreso con las necesidades del sector productivo, mediante la consulta a grupos focales conformados por estudiantes, docentes, egresados y empleadores.
- Integración de la evaluación dentro del diseño curricular, asegurando un desarrollo progresivo de las competencias a lo largo de la formación académica.
- Uso de herramientas cuantitativas y cualitativas para evaluar el cumplimiento de los rasgos del perfil de egreso, proporcionando una visión integral del desempeño estudiantil.
- Generación de estrategias remediales basadas en datos, permitiendo mejoras en la formación de los estudiantes y fortaleciendo su preparación para el mercado laboral.

Sin embargo, su implementación también presentará desafíos, como la necesidad de capacitación docente en el uso de rúbricas y la gestión eficiente de los datos generados en el proceso de evaluación. Superar estos retos permitirá consolidar un sistema robusto y eficiente para la mejora continua de los programas educativos que ofrece la Facultad de Ingeniería.

A futuro, la metodología se complementará con la integración de factores externos que enriquezcan el análisis del perfil de egreso. Esto incluiría la aplicación de encuestas a estudiantes, docentes, egresados y empleadores, el seguimiento de actividades extracurriculares y la incorporación de resultados de exámenes estandarizados, como el EGEL del Ceneval u otras pruebas similares.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería. (2018). *Rúbricas para la evaluación de logro de atributos de egreso*. https://www.anfei.mx/site/wp-content/uploads/2018/09/01_Rubricas_Evaluacion_Mar%C3%ADa_Elena_Barrera_Bustillos.pdf

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. (2018). *Proceso general para la evaluación y acreditación de programas educativos de educación superior*. https://www.ciees.edu.mx/documentos/Proceso-General-para-la-Evaluacion-y-Acreditacion-de-Programas-Educativos-de-Educacion-Superior.pdf

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. (2023). *Marco específico para la evaluación de programas educativos de técnico superior universitario y licenciatura en modalidad escolarizada*. https://www.ciees.edu.mx/documentos/MGE2024/anexos/Marco%20especifico%20TSU%20y%20licenciatura%20escolarizada.pdf

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería. (2024). *Manual del Marco de Referencia 2025 (MR2025) para la acreditación de programas de Ingeniería*. https://www.cacei.com.mx/wp-content/uploads/2025/02/dac_02_doc_mr_20251.pdf

Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior. (2023a). *Glosario del Sistema de Acreditación a través del Desarrollo y el Fortalecimiento Institucional*. https://portal.fimpes.org.mx/acreditaciones

Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior. (2023b). *Manual del Sistema de Acreditación a través del Desarrollo y el Fortalecimiento Institucional (Versión 4.1)*. https://portal.fimpes.org.mx/acreditaciones

Huamán Huayta, L. A., Pucuhuaranga Espinoza, T. N., & Hilario Flores, N. E. (2020). Evaluación del logro del perfil de egreso en grados universitarios: tendencias y desafíos. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 11*(21), e006. https://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v11n21/2007-7467-ride-11-21-e006.pdf

Laguna Estrada, M., & Ramírez Pérez, N. V. (2024). Modelo de evaluación de los atributos de egreso de un programa educativo de ingeniería del TecNM en Celaya. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 14*(28). https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1855/4631

Martínez Alonso, G. F., Garza Garza, J. A., & Treviño Cubero, A. (2015). Evaluación del modelo por competencias para la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 1*(2). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/61/0

NIVEL DE DOMINIO DE TIC´s EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA: DESARROLLO DE UNA TAXONOMÍA

ICT´s PROFICIENCY LEVEL IN HIGHER TECHNOLOGICAL EDUCATION STUDENTS: DEVELOPMENT OF A TAXONOMY

E. Castillo Mendoza[1]
J. F. Gómez Gaytán[2]
L. Leyva Arrieta[3]
S. L. Pallares Rubio[4]

RESUMEN

En la presente investigación se desarrolla una propuesta para facilitar la clasificación del nivel de conocimiento y manejo en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC´s) en estudiantes de instituciones de nivel superior tecnológica ya que actualmente no se cuenta con un instrumento que realice dicha tarea en este nivel educativo. La investigación tiene un alcance descriptivo pues el objeto de la misma no es desarrollar la taxonomía por lo que la metodología que se utiliza es meramente investigativa en documentos que desarrollen taxonomías con objetivos similares, sin embargo, al llevar a cabo la búsqueda y no encontrar un instrumento específicamente para el sistema educativo superior, el desarrollo de la misma resultó factible y necesario pues de acuerdo a Herrera (2015) el uso de TIC´s en el desarrollo de profesionista y como profesionista es algo que en la actualidad se requiere. Como producto de la investigación se obtuvo una tabla clasificatoria con 4 niveles, en los cuales se reflejan las competencias con las que debe contar un estudiante para incluirse en un nivel en específico, se comprende que el punto de esta clasificación es el conocer por parte del docente los requerimientos del estudiante al hablar de competencias en TIC´s y disminuir en el mayor grado posible las deficiencias en su uso y a su vez facilitar la evaluación y el seguimiento del progreso de los estudiantes en dicha disciplina.

ABSTRACT

In this research, a proposal is developed to facilitate the classification of the level of knowledge in Information and Communication Technologies (ICT´s) in students of higher technological institutions since there is not a measurement instrument that performs that task in university students. The research has a descriptive scope since the object of the same is not to develop the taxonomy, reason why the methodology used is merely investigative in documents that develop taxonomies with similar objectives, however, when carrying out the search there was not possible to find an instrument specifically for the higher education system, so its development was feasible and necessary because according to Herrera (2015) the use of ICT´s in the development of professionals and as professionals is something that is currently required. As a result of the research, a classification table with 4 levels was obtained, which reflects the skills that a student must have to be included in a specific level. It is understood that the point of this classification for the teacher to know the student's requirements when talking about ICT´s skills and to reduce as much as possible the deficiencies in their use and at the same time facilitate the evaluation and monitoring of the students' progress in this discipline.

ANTECEDENTES

En el mundo actual los avances tecnológicos en el procesamiento de la información y la capacidad de comunicación son un tema de discusión del día a día por eso es indispensable que el estudiante de nivel licenciatura se adapte al uso de estas herramientas, que se conocen como TIC´s, por otro lado y tomando en cuenta las redes de las tecnologías antes

[1] Jefe del Laboratorio de Ingeniería Industrial. Instituto Tecnológico de Chihuahua. edgar.cm@chihuahua.tecnm.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Chihuahua. jaime.gg@chihuahua.tecnm.mx
[3] Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Chihuahua. leopoldo.la@chihuahua.tecnm.mx
[4] Profesora de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Chihuahua. sonia.pr@chihuahua.tecnm.mx

mencionadas y su uso a nivel global, surge un concepto importante en el ambiente educativo de las instituciones de educación superior (IES), la internacionalización, que el British Columbia Centre for International Education, Vancouver (1993, p. 8) define como:

"Internationalization is... a process that prepares the community for successful participation in an increasingly interdependent world... The process should infuse all facets of post-secondary education system, fostering global understanding and developing skills for effective living and working in a diverse world"

En este contexto, este concepto no solo impulsa el proceso de globalización, sino que también el acceso al conocimiento a grandes redes globales que conectan al mundo de manera imparable, entonces tomando esto en cuenta se respalda el pensar que un grado importante dominio de las TIC´s por parte de los estudiantes de las IES es un requisito fundamental para poder entrar y desempeñarse en el ámbito profesional global y que el acceso y la comprensión de las TIC´s influyen directamente en la capacidad de los futuros ingenieros, para integrarse en mercados internacionales, fortalecer la competitividad del sector productivo, y contribuir al desarrollo económico y social del país (Vega, 2016).

Entonces, y continuando con la idea anterior entra a escena el concepto de TIC´s, que en un contexto contemporáneo Luna (2019, p. 6) lo define como "el conjunto de herramientas que se vinculan con la transferencia, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información susceptible a la transformación en conocimiento, mismas que son aliadas de la aprehensión de saberes y del desarrollo de habilidades" y que, como se había comentado con anterioridad, es necesario que el estudiantado en general se adapte a los avances que las TIC´s pues su desarrollo avanza a pasos agigantados.

Dicha adaptación no solo debe llevarse a cabo a nivel estudiantil sino también a nivel profesional, es decir, que al momento de terminar sus estudios de nivel superior también sean capaces desenvolverse correctamente en el uso de las TIC´s conforme lo requiera la empresa a la que pertenezcan y por supuesto del medio en el que la misma se maneja, es imposible en este momento hablar de una persona que se encuentre con deficiencias en el ámbito de las telecomunicaciones y del manejo de la información como bien lo explica Sapién (2022) de la siguiente manera:

Las TIC evolucionan cada vez más rápido permitiendo que en el ámbito laboral los empleados puedan trasladarse a cualquier lugar físico. Algo similar pasa con el soporte técnico por medio de las TIC's, es posible en muchas ocasiones realizarlo en línea para dar apoyo en la resolución de problemas.

En este contexto y al tomar en cuenta lo anterior, desarrollarse con cierta deficiencia en el uso de las tecnologías de la información y comunicaciones suele ser un obstáculo común a lo que se enfrentan los profesionistas, es decir, es un problema que se presenta en repetidas ocasiones y es importante realizar la integración de estas competencias en el desarrollo a los planes de estudio de los alumnos de las escuelas de nivel superior para que así no se enfrenten a un entorno laboral, donde la deficiencia que se menciona, juegue un papel determinante en su contra por no estar competentes para los puestos de trabajo, lo que se respalda por investigadores como: Autor et al (2008), Acemoglu et al (2011) citados por Huesca (2016),

así como otros centrados en América Latina (Pérez, 2017) y México (Minian, 2018) y (Calderón et al 2017).

Por otro lado y tomando en cuenta la perspectiva del gobierno de la república con respecto al sistema educativo particularmente en las IES ésta investigación tiene sustento en lo propuesto por El Programa Sectorial de Educación 2020-2024 de la Secretaría de Educación Pública derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2025 se encuentran entre sus estrategias prioritarias la de garantizar el derecho de la población mexicana a una educación equitativa, inclusiva, intercultural e integral, con el fin de conceder servicios educativos que fortalezcan los aprendizajes regionales y comunitarios mediante el uso social de las lenguas indígenas y de las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital (TICCAD) (Diario Oficial de la Federación, 2020).

Continuando con el análisis se observa que se busca promover que todas las escuelas de los diferentes tipos, niveles y modalidades cuenten con libros de texto gratuitos, material didáctico y TICCAD diseñados para todos los tipos de estudiantes, así como buscar el fortalecer la educación científica, tecnológica y profesional técnica con el fin de asegurar el desarrollo de conocimientos y habilidades para la vida y el trabajo.

Ahora bien, en el contexto de la educación para el siglo XXI, el desarrollo de sistemas de Educación Dual en las IES que permita desarrollar en las y los jóvenes habilidades pertinentes y ofrecer opciones de incorporación al mercado de trabajo, impulsando la orientación vocacional libre de estereotipos para la incorporación de un mayor número de mujeres en carreras en áreas de las ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Los requerimientos del sector laboral en el uso de las TIC´s suele variar y al tomar en cuenta esa diversidad de intereses es importante el definir los niveles de conocimiento necesarios que se tienen que desarrollar para un correcto desempeño de los egresados con respecto al uso de las tecnologías de la información y comunicaciones, es ahí donde entra en juego la propuesta de este escrito: una taxonomía, que como Fernández et al (2013) lo describe, es la teoría y puesta en práctica de clasificar a los seres vivos, comprende el identificar, nominar y describir los sujetos de investigación dentro de un contexto, en este caso el nivel o grado del uso de las TIC´s.

Asentado lo anterior, es entonces que se puede ver que el problema a resolver es el no encontrar un instrumento que haga la medición del nivel que los estudiantes de licenciatura manejan en cuanto conocimiento y uso de TIC´s se refiere, por lo que el objetivo es el desarrollo de dicha herramienta que refleje una clasificación de manera clara, apropiada y concisa, al tomar en cuenta lo anterior se desarrollan los siguientes objetivos específicos que contribuyen a la obtención del producto final:

- Buscar mediante investigación documental de instrumentos que reflejen el nivel de manejo de TIC´s por parte de los estudiantes en escuelas de nivel superior.
- Analizar los instrumentos de clasificación encontrados.
- Obtener características relevantes para la creación del instrumento de clasificación.

Al tomar como referencia los objetivos que se plantean se puede establecer las preguntas que se deben de resolver con el desarrollo del estudio, las cuales son:

- ¿De qué manera los instrumentos encontrados pueden ser de utilidad al desarrollar el instrumento de clasificación propuesto?
- ¿Qué características deben tener los instrumentos de clasificación de competencias?

Dando paso a las siguientes hipótesis:

- H0: es necesario el desarrollo de un instrumento para conocer el nivel de manejo de las TIC´s en estudiantes de nivel educativo superior.
- H1: No es necesario desarrollar instrumentos que sirvan como referente para conocer el nivel de manejo en las TIC´s en estudiantes de nivel educativo superior.

Al ser lo anterior las bases de la investigación se denota que el beneficio hacia los estudiantes es sólido, pues el manejo de las TIC´s a nivel estudiantil y a nivel profesional es cada vez más importante y ya sea al implementar o desarrollar una taxonomía de los niveles de uso en TIC´s es útil como medida para verificar si el nivel que se tiene por parte de los estudiantes es el necesario.

Como conclusión a esta sección y al retomar las ideas del párrafo anterior y hacer un realce de estas: el uso o no uso de las TIC´s afecta principalmente a estudiantes de nivel superior, pues estos al estar en dicho nivel de estudios requieren ciertas competencias y no solo eso, al concluir los estudios se enfrentan a la entrada del mundo laboral que cada vez requiere un nivel de desarrollo superior en cuanto a competencias en el uso de TIC´s.

METODOLOGÍA

Para comprender de qué manera se conduce esta investigación es necesario establecer las características de ésta, no sin antes tomar en cuenta el marco teórico que la respalda. Comenzando por definir los conceptos que forman la base de este artículo: información y comunicación que a lo largo de la historia se cuenta con cambios, por eso es importante que se especifiquen los sucesos que se destacan en la historia de la evolución de las TIC´s, como se ilustra en la Figura 1 y así comprender que la variación de conceptos de un tema es inherente a los avances que se presentan y cuan constantes son éstos.

En primer lugar, el concepto de información no es sencillo de explicar ya que, como lo maneja (Ríos, 2014, p. 144), "El concepto de información es cada vez más ubicuo y lo mismo ha sucedido con las tecnologías que la procesan", dando a entender que el concepto en sí tiene varias maneras de ser definido, sin embargo, para efectos de la presente investigación el concepto a tomar en cuenta es el que se propone en la teoría de la información: "La información debe comprenderse en el marco de fuerzas complementarias que permiten explicar el mundo" (Campbell, 1989, p. 383).

Como segundo punto, el concepto de comunicación al igual que el concepto de información, depende del ámbito en el que se utiliza y aun cuando se hable del mismo varía de acuerdo con el autor, sin embargo, una definición clásica la brinda Habermas (1993, p. 493) dice:
El concepto de acción comunicativa, fuerza u obliga a considerar a los actores como hablantes y oyentes que se refieren a algo en el mundo objetivo, en el mundo social y en el

mundo subjetivo, y se entablan, recíprocamente a este respecto, pretensiones de validez que pueden ser aceptadas o ponerse en tela de juicio.

Figura 1. *Línea del tiempo en el desarrollo de la comunicación.*

En tanto se hace necesario identificar la comunicación como una dimensión para poder clasificar las habilidades y conocimientos que se necesitan para compartir o transmitir los resultados o productos que se crean por el estudiante, de acuerdo con Quero et al (2014) la comunicación juega un papel fundamental en las instituciones educativas, pues abarca todas las áreas de la estructura organizativa, para proporcionar los medios necesarios para la trasmisión de información que facilita la realización de las actividades y el logro de los objetivos propuestos.

Al definir los dos conceptos principales se continua con el resto de la descripción de la investigación y sus características, es el turno de la metodología, que, en el caso de este escrito es de carácter descriptivo, dado que su propósito es desarrollar una taxonomía para clasificar los niveles de competencia en el manejo de las TIC´s, para ello, se lleva a cabo una revisión bibliográfica del conocimiento y uso de las TIC´s en la educación superior, con el fin de construir un marco de referencia sólido que permita identificar los niveles de conocimiento de la TIC´s.

Después de identificar todos los elementos que se relacionan con el tema a investigar, se procede a la estructuración de una taxonomía compuesta por cuatro niveles de competencias de las TIC´s, con el propósito de identificar claramente el nivel de conocimientos TIC´s de los estudiantes que ingresan al programa de educación a distancia del Instituto Tecnológico de Chihuahua (ITCH), se debe a su importancia como herramienta de diagnóstico con el propósito de que el resultado se use como punto de partida y de esta manera la taxonomía sirve para planificar las estrategias didácticas que contribuyen a desarrollar y optimizar el conocimiento y uso de las TIC´s en la población que se menciona.

El concepto de grado de conocimiento en el uso de las TIC´s en este estudio se refiere a la capacidad de los estudiantes de educación a distancia para manejar y comprender los conceptos fundamentales de las mismas, incluye la identificación de componentes informáticos y redes, así como el dominio de la terminología técnica asociada, para garantizar la operabilidad de las TIC´s con el objeto de gestionar información, solucionar dificultades

técnicas básicas y que su empleo sea de manera segura y confiable. Una de las propuestas que se analizan en este caso de artículo es de acuerdo con Hernández y Organista (2010) proponen una clasificación de los niveles de uso tecnológico entre estudiantes de recién ingreso a la universidad, que se basa en su inmersión en tecnología computacional y el uso de la Web. Identifican tres niveles de uso: bajo, intermedio y alto.

Se revisan otros autores que consideran otros niveles de clasificación, como lo propone Molinero et al (2021) El uso independiente: Los estudiantes no dependen exclusivamente de las herramientas que se recomiendan por los docentes; en cambio, buscan y utilizan por su cuenta aquellas que consideran más útiles para sus actividades académicas. Esto demuestra un nivel de autonomía en la selección y adopción de tecnología, lo que puede indicar una brecha entre las herramientas institucionales y las preferidas por los alumnos (Molinero y Chávez, 2019).

Para garantizar la validez y confiabilidad de la metodología propuesta el documento se organiza en diferentes secciones, en primer lugar, se describe el proceso de validación a través del cual se evalúa la pertinencia y adecuación de la taxonomía en relación con el contexto educativo. Posteriormente se presentan los resultados de la investigación, así como conclusiones y recomendaciones.

RESULTADOS

En esta sección del documento, es importante incorporar las repuestas a las preguntas que se realizan con anterioridad en el mismo, y que, como se menciona en la sección anterior, es necesario hacer una revisión bibliográfica exhaustiva de documentos que tratan de clasificaciones que se desarrollan y se enfocan en conocer el nivel o grado de uso y conocimiento de las TIC´s.

Por citar un ejemplo, Hernández y Organista (2010) proponen una clasificación de los niveles de uso tecnológico entre estudiantes de recién ingreso a la universidad, se basa en su inmersión en tecnología computacional y el uso de la Web. Se identifican tres niveles de uso: bajo, intermedio y alto. Al leer esto parece que la propuesta de desarrollo del escrito ya queda lejos de ser innovadora, sin embargo, al continuar con la lectura se logra discernir que también utilizan como punto de comparación el grado de interacción con la tecnología y el nivel socioeconómico de los estudiantes:

- *En el nivel bajo, los estudiantes presentan la menor interacción con la tecnología, tienen menos acceso a computadoras e internet en sus hogares y su edad promedio es mayor que la de los otros grupos. Además, cuentan con menos experiencia en el uso de la PC y menor capacitación tecnológica. Sin embargo, su desempeño académico es ligeramente mejor en comparación con aquellos que presentan un mayor uso tecnológico, lo que sugiere que un menor uso de las TIC no necesariamente implica un rendimiento académico inferior.*
- *En el nivel intermedio, que concentra la mayor cantidad de estudiantes, el uso de la tecnología es moderado, con un autoconcepto de conocimiento computacional en nivel intermedio y una presencia predominante de mujeres. En este grupo se observa el mejor desempeño académico en comparación con los otros conglomerados, lo que*

indica que un equilibrio en el uso de la tecnología podría ser un factor favorable en el rendimiento educativo.

- *En el nivel alto, los estudiantes tienen mayor inmersión en el uso de tecnología y la Web, así como una mayor disponibilidad de computadoras e internet en sus hogares, más experiencia en el uso de la PC y mejor capacitación tecnológica. No obstante, su desempeño académico es el más bajo de los tres grupos, lo que podría deberse a que dedican más tiempo a actividades lúdicas o redes sociales en lugar de utilizarlas con fines académicos. Esto evidencia que un uso intensivo de las TIC no garantiza necesariamente un mejor desempeño académico.*

A decir verdad, los factores que se mencionan en la citación si influyen en el grado de uso de las TIC´s, pero también hacen que la taxonomía diste de ser sencilla, y es, en ese punto donde el instrumento que se propone en el documento cobra valor ya que es una taxonomía más sencilla y fácil de llevar a cabo.

Después de la revisión de los instrumentos encontrados, se procede a verificar qué competencias deben formar parte de cada uno de los niveles que se incluirán en la taxonomía, cabe mencionar que el no conocer nada de tecnologías de la información queda fuera del instrumento pues como menciona Quesada (2017) el mundo actual se desarrolla sobre plataformas de TIC´s por lo que es imposible estar separado de ellas, al menos en el ámbito de estudios nivel superior.

Es entonces que en el contexto de las necesidades de una IES es que el desarrollo del estudiante debe llevarse a cabo en todos los ámbitos necesarios para hacer de él un profesionista completo con conocimientos y competencias robustas.

Por otro lado, el instrumento que se presenta más adelante además de ser una medición también es una guía acerca de las carencias o deficiencias que los estudiantes pueden tener en cuanto a las competencias en el manejo o uso de las TIC´s.

Para finalizar se presenta el instrumento desarrollado en la Tabla 1, en él se pueden observar los 4 niveles que se toman en cuenta, que comprenden, desde un conocimiento y uso básico de las TIC´s que se requieren en educación superior tecnológica.

CONCLUSIONES

La investigación responde a la necesidad de conocer el nivel de las competencias digitales (TIC´s) de los estudiantes de IES. En este sentido, se responde la pregunta de investigación. Los hallazgos que se obtienen confirman que sí es necesario, ya que contar con un diagnóstico permite establecer objetivos y resultados de aprendizaje que faciliten la planeación de estrategias didácticas orientadas al fortalecimiento de dichas competencias.

Tabla 1. *Producto propuesto para medir el grado de uso de las TIC´s.*

NIVEL	COMPETENCIAS
CERO	El estudiante conoce los componentes de hardware como el ratón, monitor, impresora y uso de programas, tales como el procesador de textos, ingresar a plataforma de educación en línea, uso de navegadores y motores de búsqueda.
UNO	El alumno ya domina el nivel anterior más: La navegación en sistema de educación en línea, identificar el curso y semestre de la carrera. Maneja, al menos, configuración de página, configuración de sangría, margen de impresión en un procesador de texto. Maneja, al menos, fórmulas simples, gráficos simples y lista de datos, en una hoja de cálculo. Realiza configuración básica de sistema operativo.
DOS	El alumno maneja el nivel anterior más: Utilizar, al menos, configuración de página, imagen, y tablas de un procesador de texto. Utilizar como mínimo: fórmulas, funciones, condicionales, gráficos comparativos, manejo de tablas y gráficos dinámicos y formularios y lista de datos de una hoja de cálculo. Utilización de: edición de imagen y texto, transición, inserción y animación de objetos de un programa de presentaciones.
TRES	El alumnado conoce y maneja el nivel anterior más: Capacidad de utilizar programas en línea para generar documentos y publicarlos o compartirlos en la red, participar en wikis públicas considerando los protocolos de referenciación y de escritura. Evidencia en desempeños como: manejo de base de datos con Power Query, Power BI, VBA. Evaluar las condiciones de legalidad de cada sitio. Elaborar claves de acceso complejas y las mantiene bajo resguardo.

Tras la revisión de la literatura y el análisis de las contribuciones previas sobre los niveles de manejo y uso de las TIC's, se desarrolla un instrumento, el cual presenta una taxonomía clara y estructurada para clasificar las competencias digitales de los estudiantes. Este instrumento no solo facilita la identificación del nivel de conocimiento y uso de las TIC's, sino que también sirve como punto de partida para diseñar estrategias pedagógicas que contribuyan a la nivelación y seguimiento de estas competencias en el ámbito universitario y profesional.

En el ámbito de las IES y de acuerdo con Oliva y Mata (2022, p. 180), contar con habilidades digitales por lo menos al ingreso a un centro de formación universitario es un requisito necesario, así como el involucrar el dominio de la habilidad tecnológica hasta llegar al uso que se le da en el contexto educativo.

Por último, es recomendable la realización de investigaciones futuras que continúen explorando el proceso de nivelación de competencias digitales en educación superior, con el propósito de mejorar la integración de las TIC´s en los procesos de enseñanza-aprendizaje y potenciar el desarrollo académico de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Acemoglu, D., Cantoni, D., Johnson, S., & Robinson, J. A. (2011). The consequences of radical reform: The French Revolution. *American Economic Review, 101*(7), 3286–3307.

https://economics.mit.edu/sites/default/files/publications/The%20Consequences%20of%20Radical%20Reform%20-%20The%20French%20Re_0.pdf

Autor, D. H., Katz, L. F., & Kearney, M. S. (2008). Trends in U.S. wage inequality: Revising the revisionists. *The Review of Economics and Statistics, 90*(2), 300–323. https://economics.mit.edu/sites/default/files/publications/trends%20in%20us%20wage%202008.pdf

British Columbia Centre for International Education. (1993). *Facing the future: The internationalization of post-secondary institutions in British Columbia. Task force report*. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED377759.pdf

Calderón, C., Huesca, L., & Ochoa, G. (2017). Análisis comparativo de la desigualdad salarial. *Investigación Económica, 76*(300), 3–31. https://www.scielo.org.mx/pdf/ineco/v76n300/0185-1667-ineco-76-300-00003.pdf

Campbell, J. (1989). *El hombre gramatical.* Fondo de Cultura Económica de España.

Diario Oficial de la Federación. (2020, julio 6). *Programa Sectorial de Educación 2020–2024*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/562380/Programa_Sectorial_de_Educaci_n_2020-2024.pdf

Fernández, M., Brusa, F., Damborenea, M., Dellapé, P., & Gallardo, F. (2013). *Introducción a la taxonomía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

Habermas, J. (1993). *Teoría de la acción comunicativa: Complementos y estudios previos*.

Hernández, P., & Organista, J. (2010). Clasificación de niveles de uso tecnológico: Una propuesta con estudiantes de recién ingreso a la universidad. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa, 11*, 1–25. https://cpue.uv.mx/index.php/cpue/article/view/61/423

Herrera, A. (2015). Una mirada reflexiva sobre las TIC en educación superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 17*(1), 1–4. https://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v17n1/v17n1a11.pdf

Huesca, L., & Ochoa, G. (2016). Desigualdad salarial y cambio tecnológico en la frontera norte de México. *Problemas del Desarrollo, 47*(187), 165–188. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11847466008

Luna, D. (2018). *Cómo transformamos la vida de los colombianos a través de las TIC*.

Minian, I., & Martínez, A. (2018). El impacto de las nuevas tecnologías en el empleo en México. *Problemas del Desarrollo, 49*(195), 27–53. https://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v49n195/0301-7036-prode-49-195-27.pdf

Molinero, M., & Chávez, U. (2019). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza–aprendizaje en estudiantes de educación superior. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 10*(19), e005. https://www.scielo.org.mx/pdf/ride/v10n19/2007-7467-ride-10-19-e005.pdf

Molinero, M., Chávez, U., & Lara, A. (2021, 3–5 de noviembre). *Mapas mentales, otra estrategia de aprendizaje inteligente para estudiantes de nivel medio superior y superior*. XV Congreso Red Internacional de Investigadores en Competitividad, Puerto Vallarta, Jalisco, México. https://riico.net/index.php/riico/article/view/2005/1893

Oliva, E., & Mata, A. (2022). Uso de las habilidades digitales en el proceso de enseñanza–aprendizaje en ciencias de la información en un entorno virtual durante la pandemia por COVID-19. *Investigación Bibliotecológica, 36*(93), 177–193. https://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v36n93/2448-8321-ib-36-93-177.pdf

Pérez, V., Huertas, C., & Gómez, M. (2017). El lenguaje soez como reflejo de la cultura: Conceptualización y taxonomía para la traducción audiovisual al español. *Futhark, 12*, 71–78. https://revistascientificas.us.es/index.php/futhark/article/view/15968/13883

Quero, Y., Mendoza, F., & Torres, Y. (2014). Comunicación efectiva y desempeño laboral en educación básica. *Negotium, 9*, 22–33. https://www.redalyc.org/pdf/782/78230409001.pdf

Quesada, A. (2017). Perspectiva de profesores y estudiantes sobre entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior. *Revista Lenguas Modernas, 27*, 311–332. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rlm/article/view/32148/31809

Ríos, J. (2014). El concepto de información: Dimensiones bibliotecológica, sociológica y cognoscitiva. *Investigación Bibliotecológica, 28*(62), 143–179. https://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v28n62/0187-358X-ib-28-62-00143.pdf

Sapién, A. (2022, marzo 8). Tendencias de las TIC y el ámbito laboral. *El Heraldo de Chihuahua*. https://oem.com.mx/elheraldodechihuahua/analisis/tendencias-de-las-tic-y-el-ambito-laboral-15151994

Vega, J. (2016). Internacionalización de la educación superior como una política generadora de desarrollo local sostenible. *Gerencia Libre, 2*, 137–148. https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/gerencia_libre/article/view/3187

USO DE SIMULADORES DE REALIDAD VIRTUAL EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

USE OF VIRTUAL REALITY SIMULATORS IN ENGINEERING TRAINING

J. L. Candelario Alavez[1]
J. I. Campos Bravo [2]
M. Pérez Medel[3]
M. Sosa Rodríguez[4]

RESUMEN

El uso de simuladores en la formación profesional ha demostrado ser una herramienta fundamental en sectores como la aviación y la medicina, ya que permite a los estudiantes desarrollar habilidades en entornos seguros y controlados. Sin embargo, en el ámbito de la ingeniería, la implementación de estas tecnologías aún es limitada, lo que representa una brecha tecnológica en la preparación de futuros profesionales. La Realidad Virtual (RV) ha emergido como una alternativa innovadora que puede transformar la enseñanza en ingeniería al ofrecer experiencias inmersivas y prácticas. Este estudio busca analizar el impacto del uso de simuladores de Realidad Virtual en la formación de ingenieros. A través de un experimento realizado en la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), se evaluaron parámetros clave y la percepción de los participantes al operar un dron real tras haber recibido capacitación con o sin simulación en RV.

ABSTRACT

The use of simulators in professional training has proven to be a fundamental tool in sectors such as aviation and medicine, allowing students to develop skills in safe and controlled environments. However, in the field of engineering, the implementation of these technologies remains limited, creating a technological gap in the preparation of future professionals. Virtual Reality (VR) has emerged as an innovative alternative that can transform engineering education by offering immersive and practical experiences. This study aims to analyze the impact of Virtual Reality simulators on engineering training, comparing their effectiveness against traditional methods. Through an experiment conducted at the Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), key parameters and participants' perceptions were evaluated when operating a real drone after receiving training with or without VR simulation.

ANTECEDENTES

El empleo de simuladores en la formación profesional no es un concepto novedoso; sin embargo, su impacto ha crecido exponencialmente, consolidándose como una herramienta clave en sectores estratégicos y de alta complejidad. Estas tecnologías han demostrado ser fundamentales para desarrollar competencias técnicas optimizando el proceso de aprendizaje. Según Gaba (2004), los simuladores no solo replican situaciones del mundo real, sino que también mejoran la preparación de los profesionales al permitirles practicar y evaluar habilidades en escenarios inmersivos y seguros.

Dentro del ámbito de los simuladores, existe una amplia variedad diseñada para replicar características específicas de diferentes sistemas o procesos. Un ejemplo destacado son los

[1] Profesor de Asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, jorgecandelariocaa@aragon.unam.mx
[2] Profesor de Asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, jorgecampos47@aragon.unam.mx
[3] Profesor de Asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, marcelomedelq7@aragon.unam.mx
[4] Jefe de División de las Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, ingenierias@aragon.unam.mx

simuladores mecánicos, que emplean principalmente hardware especializado para recrear maquinaria o elementos reales. Estos simuladores brindan a los usuarios una experiencia táctil y motriz altamente realista, permitiendo interactuar con componentes físicos que emulan de manera precisa las condiciones y dinámicas del entorno real.

Un ejemplo notable del uso de simuladores mecánicos se encuentra en la formación de pilotos de aviación, que utilizan cabinas de simulación, donde se replican con precisión los controles, instrumentos y condiciones de vuelo reales. Estas herramientas permiten a los pilotos entrenar en maniobras complejas, gestionar emergencias y adaptarse a diferentes condiciones climáticas sin exponerlos a riesgos reales. Los simuladores de vuelo son dispositivos que recrean ambientes de vuelo, ya sean con movimiento o no. Generalmente son diseñados a partir de aeronaves que repiten acciones como los sonidos, movimientos, controles de vuelo y reacciones de factores externos (turbulencia, vientos, tormentas, nubosidades, entre otros). Estos son usados para formación, diseños u otras aplicaciones (Federal Aviation Administration [FAA], 2014).

Los simuladores de vuelo permiten realizar maniobras de aprendizaje que en una aeronave real no se podría, ya que se puede analizar tantas fallas humanas hasta las de aeronave (Villamil et al., 2018). Esto resalta la gran importancia del uso de simuladores en la formación profesional, ya que ofrecen un entorno seguro y controlado para que los usuarios adquieran habilidades críticas sin los riesgos asociados a los entrenamientos en aeronaves reales. Además, estos dispositivos permiten la repetición constante de escenarios específicos, lo que facilita el perfeccionamiento de maniobras complejas y la preparación para situaciones de emergencia.

De acuerdo con Villamil et al. (2018). Los simuladores también contribuyen a reducir costos operativos, al eliminar gastos relacionados con combustible, mantenimiento y desgaste de las aeronaves, lo que los convierte en una herramienta eficiente y sostenible para la formación de pilotos y profesionales de la aviación. Por estas razones, los simuladores de vuelo son considerados fundamentales en los programas de capacitación y actualización profesional en el sector aeronáutico.

Los simuladores de software están diseñados para recrear procesos y sistemas mediante programas computarizados, ofreciendo una representación virtual detallada y funcional. Este tipo de simuladores se utilizan principalmente para el desarrollo y análisis de modelos matemáticos. Su flexibilidad y capacidad de personalización los convierten en una herramienta indispensable en áreas como ingeniería, investigación y capacitación técnica.

Un ejemplo ampliamente conocido del uso de simuladores de software es en el modelado climático, donde herramientas como el Community Earth System Model (CESM) se utilizan para estudiar y predecir patrones climáticos a nivel global. Estos simuladores permiten analizar cómo las variables atmosféricas, oceánicas y terrestres interactúan, proporcionando información crucial para la toma de decisiones en políticas ambientales. De acuerdo con Hurrell et al. (2013), CESM ha sido fundamental para comprender los impactos del cambio climático y diseñar estrategias de mitigación basadas en datos precisos. Lo que destaca el gran impacto de los simuladores de software en entornos complejos.

Los simuladores de realidad virtual (RV) emplean hardware especializado, como visores de RV, controladores hápticos y sistemas de seguimiento de movimiento, para proporcionar una experiencia completamente inmersiva. Estas tecnologías permiten al usuario adentrarse en entornos tridimensionales interactivos que simulan escenarios del mundo real con un alto grado de realismo. La experiencia inmersiva se enriquece al involucrar no solo la vista, sino también otros sentidos, como el tacto y, en algunos casos, el oído, lo que refuerza la percepción de estar físicamente presente en el entorno virtual.

Un ejemplo destacado del uso de simuladores de RV ocurre en el ámbito de la capacitación médica, donde herramientas como *Osso VR* permite a los cirujanos practicar procedimientos quirúrgicos complejos en un entorno seguro y controlado. Este tipo de simuladores utilizan modelos tridimensionales realistas y retroalimentación háptica para mejorar la precisión y confianza de los profesionales. De acuerdo con Blumstein (2019), los simuladores de RV como Osso VR no solo mejoran la precisión técnica, sino que también reducen los errores quirúrgicos y aumentan la confianza de los cirujanos al proporcionarles una formación inmersiva y repetible. Estos avances están transformando la manera en que los profesionales médicos adquieren y perfeccionan sus habilidades.

METODOLOGÍA

Este estudio se fundamenta en una metodología experimental con diseño de grupos independientes, cuyo objetivo es evaluar el impacto del uso de RV en la formación, capacitación y perfeccionamiento de habilidades de ingenieros. Esta metodología permite analizar la eficiencia de la implementación de simuladores en RV en contraste de una formación tradicional, abordando un problema significativo en el sector de la ingeniería, que ha quedado rezagado en la adopción de estas tecnologías.

En la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) se llevó a cabo una investigación experimental con dos grupos de estudiantes de distintos semestres de la carrera de Ingeniería en Computación. El primer grupo recibió una capacitación tradicional que consistió en la instrucción visual detallada sobre el funcionamiento de los controles del dron. Posteriormente, se asignaron cinco minutos por estudiante para familiarizarse con el manejo del control y la manipulación del dron. Finalmente, se solicitó ejecutar diversas tareas prácticas utilizando el dron, evaluando el desempeño en un entorno controlado.

El segundo grupo participó en una capacitación basada en RV utilizando un dispositivo Meta Quest 2 y la aplicación *Drone Pilot School*. Durante esta etapa, los estudiantes completaron el tutorial introductorio de la aplicación, seguido de ejercicios de calibración diseñados para simular el manejo del dron en un entorno virtual. Posteriormente, se les solicitó realizar diversas tareas prácticas pilotando un dron real, con el objetivo de evaluar el impacto de la formación inmersiva en su desempeño.

Las tareas asignadas fueron idénticas para ambos grupos, consistiendo en las siguientes actividades:

- **Tarea 1:** Realizar un despegue desde el punto A y aterrizar en el punto B.
- **Tarea 2:** Efectuar un despegue y posicionarse en tres puntos específicos.
- **Tarea 3:** Ejecutar un despegue y completar un circuito de obstáculos.
- **Tarea 4:** Ejecutar un despegue y recorrer un circuito diseñado para evaluar velocidad.

El diseño de estas tareas permitió medir de manera uniforme las habilidades de pilotaje y crear situaciones de tensión para evaluar el desempeño de los alumnos en ambos grupos.

En estas tareas se evaluaron diversos parámetros con el propósito de analizar el desempeño de ambos grupos. Como variables cuantitativas, se midió:

- Tiempo: Tiempo total en segundos empleado para completar cada tarea asignada.
- Eficiencia: Número de colisiones con obstáculos o desvíos significativos de las rutas predeterminadas
- Control del dron: Estabilidad del vuelo, mediante la capacidad de mantener una posición fija o trayectoria estable

Adicionalmente, se entrevistó al operador al término de las pruebas para evaluar la experiencia de usuario, analizando la percepción del participante para determinar su nivel de estrés o confianza al momento de manejar el dron.

Para las cuatro tareas asignadas, se estableció un tiempo límite de 600 segundos (10 minutos) para que cada participante completará las tareas correspondientes. Asimismo, se definió un máximo de tres colisiones o desvíos significativos durante la ejecución de cada tarea. Estos incidentes, considerados como errores críticos, requerían la intervención del investigador para restablecer la posición inicial del dron en el punto de partida y reiniciar el conteo del tiempo.

Este criterio fue implementado con el objetivo de garantizar condiciones homogéneas para todos los participantes, al tiempo que se evaluaba la capacidad de recuperación ante errores y el control del dron en escenarios desafiantes. Los límites establecidos también sirvieron como un mecanismo para medir la eficiencia en la ejecución de las tareas y evitar prolongaciones innecesarias que pudieran afectar la comparabilidad de los resultados entre los dos grupos experimentales. Estas medidas garantizaron que los datos recolectados fueran consistentes y representativos del desempeño de los participantes bajo las condiciones establecidas.

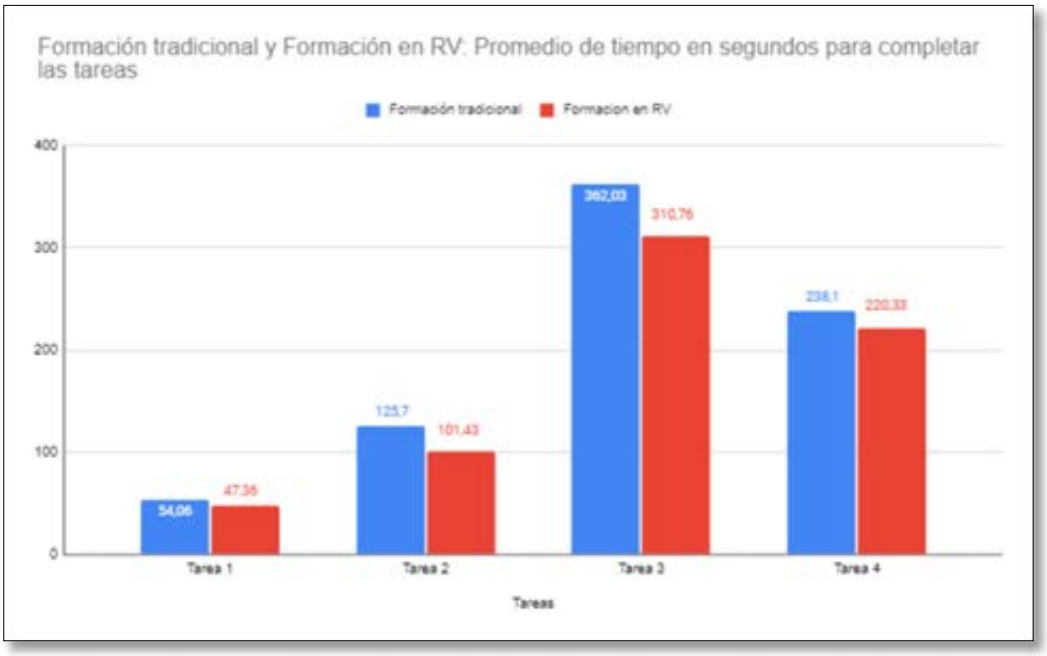
RESULTADOS

La presente investigación buscó analizar el impacto de la formación en RV en el desempeño de los participantes durante la ejecución de tareas específicas con un dron real. Para ello, se recolectaron datos relacionados con el tiempo empleado, el número de incidentes críticos registrados, la estabilidad en vuelo y las entrevistas cualitativas realizadas a los participantes de ambos grupos. Estos datos permitieron realizar una comparación directa entre el grupo que recibió formación tradicional y el grupo que utilizó la RV como herramienta de aprendizaje. Los resultados fueron organizados y presentados mediante gráficos que ilustran las tendencias observadas en cada una de las tareas realizadas.

Una vez finalizadas las pruebas, se registraron los valores obtenidos por cada usuario para las cuatro tareas asignadas. Posteriormente, se calcularon los promedios de tiempo de ejecución por grupo y se representaron gráficamente, obteniendo la Figura 1, que permite visualizar de manera clara las diferencias en el desempeño entre ambos grupos. En los promedios de tiempos al realizar las cuatro tareas solicitadas, destaca la realización de tareas

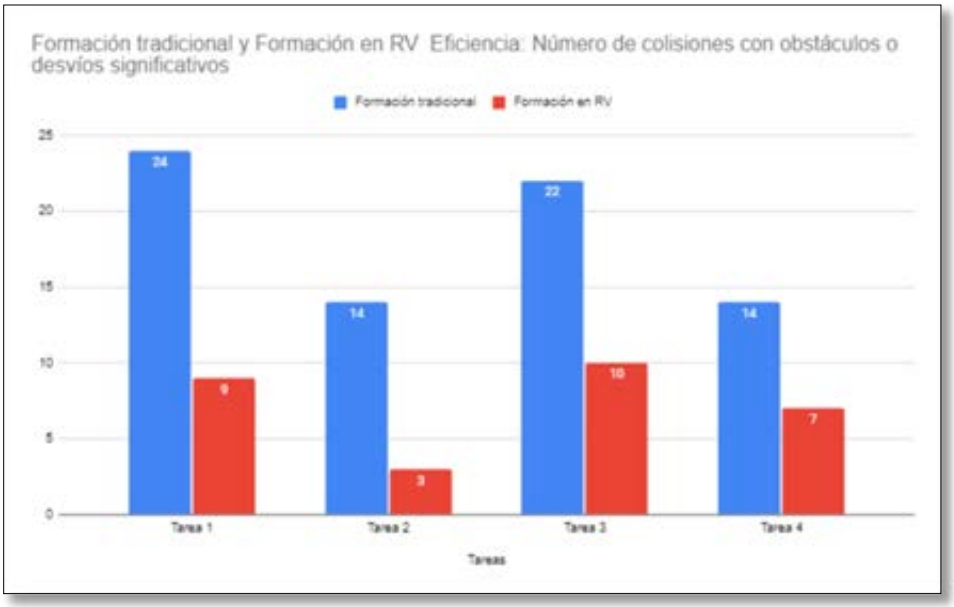
en menos tiempo por parte del grupo que recibió la formación en RV. Esta diferencia sugiere que el uso de simuladores inmersivos contribuye a una mejor preparación para la operación de drones en escenarios reales, mejorando la eficiencia y reduciendo la curva de aprendizaje.

Figura 1. *Comparación del promedio de tiempo en segundos entre el grupo de formación tradicional y el grupo de formación en RV en las cuatro tareas realizadas.*



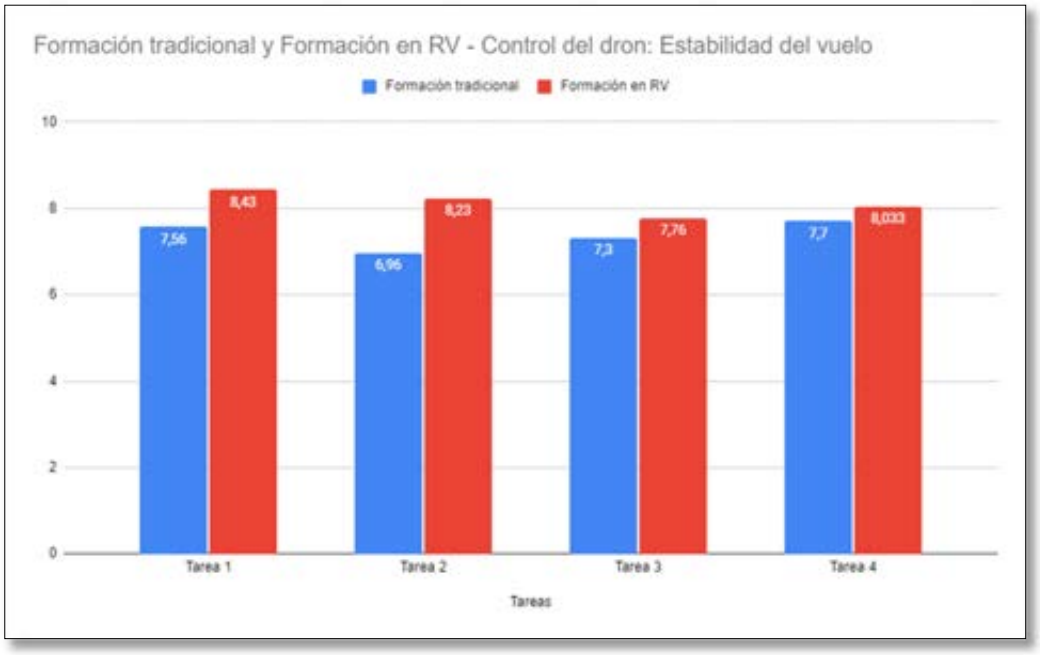
La Figura 2 muestra una gráfica que evidencia una notable reducción en la cantidad de incidentes graves registrados por el grupo que recibió capacitación en Realidad Virtual, destacando particularmente la reducción de colisiones en vuelo. Estas colisiones representan el principal riesgo para la integridad del dron, ya que pueden provocar daños significativos que requieren reparaciones o el reemplazo de componentes críticos, como las hélices. Estos resultados resaltan la efectividad de la formación en Realidad Virtual al proporcionar a los participantes un entorno seguro y controlado para cometer errores y aprender de ellos sin comprometer la integridad del hardware utilizado. Esto no solo reduce costos asociados con reparaciones o reemplazos de componentes, sino que también fomenta la confianza y el aprendizaje progresivo en los participantes, al brindarles la oportunidad de experimentar y corregir errores antes de enfrentarse a situaciones reales. Este enfoque contribuye significativamente a optimizar los recursos y mejorar la preparación práctica de los futuros operadores.

Figura 2. *Comparación del total de colisiones con obstáculos o desvíos significativos entre el grupo de formación tradicional y el grupo de formación en Realidad Virtual en las cuatro tareas realizadas.*



La Figura 3 presenta el promedio de la estabilidad en vuelo obtenida en cada una de las cuatro tareas, evaluada en una escala de 1 (muy deficiente) a 10 (excelente). Los resultados muestran un desempeño ligeramente superior por parte del grupo que recibió formación en Realidad Virtual, evidenciando un vuelo más estable y controlado en comparación con el grupo capacitado mediante métodos tradicionales. Este comportamiento puede atribuirse a la experiencia previa adquirida en el entorno simulado, que permitió a los participantes familiarizarse con las dinámicas del dron y desarrollar una mayor confianza en el manejo. La formación inmersiva parece contribuir a una ejecución más precisa y eficiente, reduciendo movimientos erráticos y mejorando la capacidad de mantener el dron en una trayectoria estable, lo que subraya el valor añadido de integrar tecnologías de Realidad Virtual en la capacitación técnica.

Figura 3. *Comparación de la estabilidad en vuelo entre el grupo de formación tradicional y el grupo de formación en Realidad Virtual en las cuatro tareas realizadas.*



A su vez, las entrevistas individuales realizadas a cada participante al término de las tareas revelaron diferencias significativas en las percepciones entre los dos grupos. En el caso del grupo que recibió formación tradicional, las palabras que resaltaron en su retroalimentación fueron "nerviosismo", "miedo" y "poca confianza", lo que sugiere una inseguridad al enfrentarse directamente al manejo del dron real. Por otro lado, en el grupo que recibió formación en Realidad Virtual, destacaron términos como "seguro", "confiado" y "familiarizado", reflejando una mayor comodidad y preparación durante las tareas. Estos resultados constituyen una evidencia empírica del beneficio de implementar simulaciones en un entorno seguro, permitiendo a los usuarios adquirir experiencia previa, reducir la ansiedad y mejorar su desempeño en la práctica real.

CONCLUSIONES

En el diseño y desarrollo de esta investigación se identificó una carencia significativa de software de Realidad Virtual específicamente enfocado en la formación en Ingeniería. Mientras que sectores como la salud disponen de una amplia variedad de simuladores avanzados que recrean con gran detalle el cuerpo humano y permiten practicar procedimientos médicos complejos, o la aviación, que cuenta con simuladores de cabinas de avión sumamente detallados y realistas, el sector de Ingeniería muestra un considerable rezago en la adopción de estas tecnologías.

Esta brecha tecnológica representa un desafío crítico, ya que limita la capacidad de las instituciones educativas para ofrecer herramientas innovadoras que respondan a las demandas del entorno laboral actual. La falta de simuladores inmersivos y especializados restringe la actualización y modernización de los métodos de enseñanza, dificultando la preparación de las nuevas generaciones de ingenieros para enfrentar los retos de un mundo

altamente tecnológico e interconectado. Este rezago subraya la necesidad urgente de desarrollar y adoptar plataformas de Realidad Virtual que permitan a los estudiantes experimentar escenarios prácticos en un entorno seguro y controlado, fomentando el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades críticas para su futuro profesional.

Esta notable ausencia de simuladores especializados y diseñados específicamente para la formación de ingenieros representa una importante área de oportunidad para el desarrollo de software innovador y personalizado que responda a las necesidades específicas de las instituciones educativas. La creación de estas herramientas permitiría modernizar los métodos de enseñanza, brindar experiencias inmersivas y prácticas a los estudiantes, y cerrar la brecha tecnológica que actualmente limita la preparación de las futuras generaciones de ingenieros.

También se destacan las dificultades asociadas con la implementación de estos medios especializados, como los simuladores de Realidad Virtual. Entre los principales retos se encuentra el elevado costo de adquisición del hardware necesario para garantizar una experiencia inmersiva y adecuada, lo cual puede limitar su accesibilidad para muchas instituciones educativas, Además, el uso de estos dispositivos requiere espacios idóneos que garanticen la seguridad de los usuarios, minimizando riesgos de incidentes o lesiones, lo que representa una limitante adicional para su implementación generalizada.

BIBLIOGRAFÍA

Blumstein, G. (2019). Research: How virtual reality can help train surgeons. *Harvard Business Review*.

Federal Aviation Administration. (2014). *Training & testing*.

Gaba, D. M. (2004). The future vision of simulation in healthcare. *Quality and Safety in Health Care*.

Hurrell, J. W., Holland, M. M., Gent, P. R., Ghan, S., Kay, J. E., Kushner, P. J., Lamarque, J.-F., Large, W. G., Lawrence, D., Lindsay, K., Lipscomb, W. H., Long, M. C., Mahowald, N., Marsh, D. R., Neale, R. B., Rasch, P. J., Vavrus, S. J., Vertenstein, M., Bader, D., … Marshall, S. (2013). The community earth system model: A framework for collaborative research. *American Meteorological Society, 94*(9), 1339–1360.

Villamil, L. C., Avella, E. J., & Tenorio, J. A. (2018). Simuladores de vuelo: Una revisión. *Ciencia y Poder Aéreo*.

DESAFÍOS DE LAS MUJERES EN STEM DESDE EL ÁREA DE LA INGENIERÍA

CHALLENGES FOR WOMEN IN STEM FROM THE ENGINEERING FIELD

J. Díaz Juárez[1]
L. Prudente Tixteco[2]
M. J. Vigueras Bonilla[3]

RESUMEN

En este trabajo de investigación se analizan documentalmente los desafíos de la participación de las mujeres en STEM, se resalta la escasa representación femenina en ingeniería, la falta de modelos a seguir y la necesidad de políticas de equidad más efectivas. Se examinan iniciativas diseñadas para incentivar el interés de niñas y jóvenes en disciplinas científicas. No obstante, se identifica que la ausencia de mecanismos de evaluación y seguimiento limita el impacto de estos programas. Asimismo, se presenta la brecha de género en el ámbito académico y de investigación, en donde las mujeres aún encuentran dificultades para acceder a posiciones de liderazgo. Además se presentan algunas estrategias que podrían aumentar la participación de las mujeres en las áreas STEM y permanencia en estas disciplinas.

ABSTRACT

This paper presents the challenges of women's participation in STEM, highlighting low female representation in engineering, the lack of role models and the need for more effective equity policies. It examines initiatives designed to encourage the interest of girls and young women in scientific disciplines. However, it identifies the absence of evaluation and monitoring mechanisms limits the impact of these programs. Additionally, it shows the gender gap in academia and research, where women still face difficulties in accessing leadership positions. In addition, some strategies are presented to increase the participation of women in STEM areas and permanence in these disciplines.

ANTECEDENTES

La participación de las mujeres en la ingeniería ha sido históricamente limitada, especialmente en sociedades conservadoras como México. En el siglo XX, Concepción Mendizábal se convirtió en la primera mujer en obtener un título en ingeniería en el país. Sin embargo, durante décadas, la presencia femenina en este campo fue marginal debido a los estereotipos de género y las barreras culturales que restringían el acceso de las mujeres a disciplinas científicas y tecnológicas. La idea de que la ingeniería era una profesión exclusiva para hombres prevaleció durante gran parte del siglo, dificultando la incursión y permanencia de las mujeres en el sector.

No fue hasta la década de 1970, con el auge de los movimientos feministas, que comenzó a observarse un incremento en la matrícula femenina en carreras de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) (Ortiz San Juan, 2019). Un acontecimiento importante fue la creación de programas gubernamentales y universitarios en los años 80 y 90, como el Programa Nacional para la Igualdad de Oportunidades y No Discriminación contra las

[1] Alumna de Ingeniería en Computación. Instituto Politécnico Nacional. ESIME Culhuacán. jdiazj2003@alumno.ipn.mx
[2] Profesora Investigadora. Instituto Politécnico Nacional. ESIME Culhuacán. Departamento de Ingeniería en Computación. lprudente@ipn.mx
[3] Profesora Investigadora. Instituto Politécnico Nacional. ESIME Culhuacán. Departamento de Ingeniería en Computación. mjvigueras@ipn.mx

Mujeres del (Instituto Nacional de las Mujeres [INM], 2001), que buscaba fomentar la participación femenina en áreas tradicionalmente dominadas por hombres. Estos programas promovieron la educación en STEM para mujeres y niñas, sentando las bases para una mayor integración de mujeres en campos científicos y tecnológicos.

A pesar de estos avances, los efectos de una cultura tradicionalista continúan influyendo en la participación de las mujeres en ingeniería. La falta de modelos femeninos, la persistencia de sesgos de género y las expectativas impuestas por la sociedad han mantenido una brecha significativa en la inclusión de las mujeres en este ámbito. La visión de que las mujeres deben cumplir con roles tradicionales en el hogar y la familia sigue limitando el acceso y permanencia en profesiones de alta exigencia como la ingeniería. Además, la escasa representación femenina en posiciones de liderazgo y en las áreas académicas de STEM refuerza la idea de que estas disciplinas no son accesibles para las mujeres, lo que perpetúa la falta de diversidad en el campo.

El desafío actual radica en cambiar la percepción social y en crear espacios inclusivos donde las mujeres puedan desarrollarse profesionalmente sin enfrentarse a barreras de género. Aunque se han logrado avances importantes, las mujeres continúan siendo una minoría en la ingeniería, lo que resalta la necesidad de un enfoque más integral que no solo promueva la inclusión, sino que también garantice la permanencia a lo largo de las trayectorias profesionales. Para lograrlo, es fundamental un cambio cultural que valore la equidad de género y apoye a las mujeres a través de políticas educativas y laborales inclusivas, que permitan conciliar la vida laboral y familiar, facilitando así la participación en la construcción del futuro tecnológico y científico del país.

Estadísticas Actuales

Según datos de la (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior [ANUIES], 2024), las mujeres representan solo el 30% de los estudiantes inscritos en carreras de ingeniería en México. Pese a que, con los años, el número de mujeres graduadas en ingeniería ha aumentado en los últimos años, la participación en el mercado laboral sigue siendo limitada, con solo el 20% de los puestos de ingeniería ocupados por mujeres (Instituto Mexicano para la Competitividad [IMC], 2022).

En cuanto a los puestos de liderazgo, la situación es aún más desafiante. Un estudio realizado por el (IMC, 2022) reveló que solo el 12% de los cargos directivos en empresas de ingeniería y tecnología son ocupados por mujeres. Estos datos reflejan una brecha de género significativa que persiste tanto en la educación como en el ámbito laboral.

Barreras y Desafíos

Las mujeres en México enfrentan múltiples obstáculos para ingresar y desarrollarse en el campo de la ingeniería. De acuerdo con el reporte del (Centro de Investigación de la Mujer en la Alta Dirección [CIMAD], 2020), entre los principales desafíos se encuentran:

1. **Estereotipos de género**: Desde temprana edad, las niñas son desalentadas a interesarse en carreras técnicas debido a la percepción de que estas áreas son "masculinas". Esto se refleja en la baja matrícula femenina en ingeniería, especialmente en disciplinas como la mecánica o la eléctrica.

2. **Falta de modelos femeninos**: La escasa representación de mujeres en puestos de liderazgo en ingeniería limita las aspiraciones profesionales de las estudiantes. La falta de referentes femeninos en este campo dificulta que las jóvenes se visualicen como futuras ingenieras.
3. **Discriminación en el ámbito laboral**: Muchas mujeres ingenieras reportan haber enfrentado discriminación y acoso en los lugares de trabajo, lo que afecta el desarrollo profesional y permanencia en el campo.
4. **Conciliación entre vida laboral y familiar**: En México, las mujeres aún sse encuentran a cargo de la mayor parte de las responsabilidades domésticas y de cuidado, lo que dificulta la participación plena en carreras demandantes como la ingeniería.

Este trabajo de investigación busca no solo documentar los factores que influyen en la baja participación de las mujeres en la ingeniería, sino también concientizar sobre la disparidad de género que existe en este campo. Al identificar y analizar las barreras que enfrentan las mujeres, así como las estrategias para fomentar la inclusión. La diversidad de género no solo es una cuestión de justicia social, sino también una necesidad para impulsar la innovación, el desarrollo tecnológico y la competitividad del país.

METODOLOGÍA

Este trabajo se basa en una metodología documental exploratoria, que permite recopilar, analizar y sintetizar información existente sobre la participación de las mujeres en la ingeniería en México. La metodología aplicada facilita una comprensión profunda de los diferentes factores que influyen en la inclusión de mujeres en disciplinas STEM, especialmente en ingeniería.

Para realizar el análisis, se tomaron palabras clave como "mujeres STEM", "mujeres en ingeniería", "equidad de género", "barreras para mujeres en ingeniería" y "educación inclusiva". Estas palabras clave ayudaron a focalizar la búsqueda en fuentes que trataran específicamente sobre los desafíos y avances de la inclusión femenina en estos campos. Las fuentes utilizadas incluyen artículos científicos, informes gubernamentales, estudios previos y libros especializados en género y educación, lo que permitió obtener una visión integral sobre el tema. Las bases de datos consultadas fueron Redalyc, SciELO México y repositorios institucionales como los de la UNAM y el IPN.

Se establecieron criterios de selección para garantizar la calidad y relevancia de las fuentes, priorizando documentos publicados entre 2010 y 2023, enfocados en México o América Latina que abordaran temas como equidad de género en STEM y barreras para mujeres en ingeniería. Estos criterios fueron fundamentales para asegurar que la información utilizada estuviera actualizada y fuera representativa del contexto actual.

El proceso de revisión incluyó una búsqueda inicial en bases de datos académicas, seguida de una selección rigurosa de fuentes con metodologías claras y enfoques que cubrieran tanto los aspectos educativos como los culturales de la inclusión de las mujeres en ingeniería.

Posteriormente, se realizó un análisis de contenido detallado para identificar las tendencias y los hallazgos más relevantes, lo que facilitó la síntesis de la información y la formulación de conclusiones basadas en la evidencia disponible.

Esta metodología permitió no solo explorar la situación de las mujeres en ingeniería, sino también identificar las barreras y soluciones propuestas en la literatura académica sobre la equidad de género en este campo.

RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se organizan en tres categorías principales: barreras culturales, políticas de inclusión, modelos femeninos y conciliación entre vida laboral y familiar. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes en cada una de estas áreas.

Barreras Culturales

Las barreras culturales representan uno de los principales obstáculos para la participación de las mujeres en STEM. A lo largo de la historia, los estereotipos de género han condicionado el acceso de las mujeres a la educación científica y tecnológica, limitando las oportunidades de desarrollo en estos campos. Según Morales Inga y Morales Tristán (2020), la socialización de género influye desde edades tempranas en la percepción de las habilidades matemáticas y científicas de las niñas, lo que impacta negativamente en la autoconfianza y en la elección de trayectorias académicas en STEM. Históricamente, los estereotipos de género han relegado a las mujeres a roles tradicionales, lo que ha limitado el acceso a la educación científica y tecnológica.

Asimismo, las mujeres que eligen carreras en STEM suelen enfrentarse a entornos académicos y profesionales en los que predominan los hombres, lo que puede derivar en experiencias de discriminación, falta de reconocimiento y menor acceso a oportunidades de crecimiento. Diversas investigaciones han demostrado que a pesar del desempeño académico equiparable o incluso superior al de compañeros varones, las mujeres suelen ser subestimadas y excluidas de redes profesionales clave, en donde pueden experimentar discriminación, falta de reconocimiento y menor acceso a oportunidades de crecimiento. Esta percepción refuerza las desigualdades en la elección de carreras profesionales y limita la incursión de las mujeres en STEM que se consideran congruentes con el rol de género masculino, como las matemáticas, la física, la tecnología o el mundo científico en general.

Otra barrera cultural significativa es la falta de respaldo familiar y social para que las mujeres se desarrollen en STEM. En muchas comunidades, especialmente en zonas rurales, persiste la noción de que la ingeniería y otras disciplinas científicas son ámbitos exclusivos para los hombres, es decir, es un "territorio masculino", lo que desmotiva a muchas jóvenes a considerar estas carreras como una opción viable como futuro profesional. Como sostiene Sáinz (2017), generalmente "existe la creencia ampliamente compartida de que los chicos son mejores que las chicas en asignaturas que se consideran congruentes con el rol de género masculino, como las matemáticas, la física, la tecnología o el mundo científico en general".

Políticas de Inclusión

La UNESCO, como organismo internacional, ha reconocido desde 1998 la necesidad de promover la equidad de género en la educación, especialmente en disciplinas científicas y tecnológicas. Este tipo de políticas globales son fundamentales porque establecen un marco normativo que alienta a los países a adoptar medidas específicas para eliminar las barreras que enfrentan las mujeres en la ciencia y la tecnología. Estas barreras no solo están relacionadas con la falta de acceso, sino también con los estereotipos de género, la escasa

representación de mujeres en ciertos campos y la dificultad para acceder a posiciones de liderazgo.

En México, iniciativas como Niñas STEM PUEDEN y TechnoloChicas han buscado incentivar a las niñas y mujeres jóvenes a involucrarse en STEM. Estos programas suelen incluir actividades educativas, mentorías y talleres prácticos que ofrecen a las participantes una experiencia directa en áreas científicas y tecnológicas. Lo que los hace particularmente efectivas a estas iniciativas es el enfoque en ofrecer apoyo continuo, creando una red de mentoría que puede seguir a las participantes en estudios y carreras. De este modo, se proporciona un modelo a seguir, lo que es clave para desmantelar la idea de que las mujeres no tienen cabida en esos campos.

Uno de los grandes retos es la falta de evaluación y seguimiento de estas políticas. Aunque existen programas de fomento, sin un mecanismo adecuado para medir el impacto y efectividad, no es posible asegurar que los esfuerzos realizados realmente estén llevando a un cambio estructural en la participación de las mujeres en STEM. La evaluación constante permite ajustar los programas a las necesidades cambiantes y detectar posibles fallas o áreas de mejora.

Además de promover la participación, es esencial que las políticas también fomenten la creación de entornos inclusivos dentro de las instituciones educativas y laborales. Esto implica no solo eliminar barreras externas, como la discriminación o la falta de oportunidades, sino también intervenir en la cultura interna de las disciplinas STEM. Crear espacios donde las mujeres se sientan apoyadas, valoradas y respetadas es clave para que puedan desarrollarse profesionalmente en estas áreas. Esto incluye no solo la igualdad de oportunidades, sino también el respeto hacia las aportaciones y la visibilidad de los logros.

Modelos Femeninos en la Ingeniería

La falta de acceso equitativo a recursos educativos y oportunidades de desarrollo en STEM es otro desafío que enfrentan las mujeres. Según Valle (2020), la brecha de género en estos campos se ve exacerbada por la carencia de programas de capacitación enfocados en la retención de mujeres en disciplinas científicas y tecnológicas. Adicionalmente, Bello (2020) destaca que, aunque existen iniciativas para aumentar la representación femenina en STEM, muchas de ellas no cuentan con el financiamiento o el alcance necesario para generar un impacto a largo plazo, lo que limita la efectividad en la inclusión de más mujeres en estos sectores.

La visibilidad de modelos femeninos en la ingeniería juega un papel crucial en la inspiración de nuevas generaciones. La falta de representación de mujeres en posiciones líderes en esta área ha sido identificada como una de las razones por las que muchas jóvenes no consideran estas áreas como una opción viable. Estudios han demostrado que las niñas y adolescentes tienen mayor probabilidad de interesarse en STEM cuando tienen referentes femeninos que las inspiren.

Iniciativas como "25 Mujeres en la Ciencia", impulsada por 3M, buscan visibilizar a mujeres latinoamericanas que han logrado importantes contribuciones en STEM. Estas iniciativas no solo sirven para reconocer el trabajo de mujeres en ciencia y tecnología, sino que también

generan un impacto positivo en la percepción de las niñas y jóvenes sobre el propio potencial en estas disciplinas.

Otro factor clave es la representación de mujeres en roles académicos y de investigación. Actualmente, aunque ha habido avances en la inclusión de mujeres en STEM, sigue existiendo una brecha en la cantidad de profesoras e investigadoras en universidades y centros de investigación. Fomentar el liderazgo femenino en estos espacios puede contribuir a la creación de ambientes más equitativos y al impulso de nuevas generaciones de mujeres en STEM.

Conciliación entre Vida Laboral y Familiar

La conciliación entre la vida laboral y familiar es un desafío crítico que afecta la participación y el desarrollo profesional de las mujeres en la ingeniería. Al transitar al mercado de trabajo, la situación de los profesionistas STEM varía significativamente según el sexo. En general, factores como el estado civil y el número de hijos influyen más en la trayectoria profesional de las mujeres que en la de los hombres y esta diferencia también se refleja entre los profesionistas STEM. Las mujeres tienen más probabilidades de abandonar el mercado laboral cuando enfrentan largas jornadas laborales, las cuales pueden generar conflictos entre las responsabilidades laborales y familiares.

Según el (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2023), las mujeres en México dedican en promedio tres veces más tiempo que los hombres a tareas del hogar y cuidado familiar, lo que genera una doble carga que dificulta el desempeño en áreas altamente demandantes como la ingeniería. Además, los trabajos en STEM suelen estar dominados por hombres, lo que se asocia con una menor satisfacción laboral y una mayor probabilidad de que las mujeres dejen los empleos. Por lo anterior, aunque las mujeres representan una menor proporción en las carreras STEM, también tienen menos probabilidad de permanecer en este campo, lo que disminuye la visibilidad en el mercado laboral de STEM.

Aunque en México no existen fuentes públicas de datos que permitan realizar análisis tan detallados, las estadísticas disponibles demuestran que el estado civil y la maternidad también están relacionados con la situación de las mujeres en STEM. De las profesionistas STEM que no tienen hijos, el 78% se encuentran económicamente activas, frente a solo el 64% de aquellas que tienen hijos. Además, entre las mujeres STEM con pareja, se observa una menor participación en el mercado laboral (62%) en comparación con aquellas que no tienen pareja (79%) (IMC, 2022). Estos datos reflejan cómo las responsabilidades familiares, especialmente la maternidad, afectan la permanencia y el desarrollo de las mujeres en el ámbito STEM, evidenciando la necesidad de políticas laborales que favorezcan la conciliación entre la vida laboral y familiar.

La distribución desigual de las responsabilidades domésticas y de cuidado no solo reduce el tiempo disponible para la formación y el trabajo, también impacta en la progresión profesional y en el acceso a oportunidades de liderazgo. La falta de políticas laborales efectivas es un factor clave en esta problemática. Aunque la legislación mexicana contempla algunos beneficios como licencias de maternidad, estas son limitadas en comparación con otros países, por otro lado, las licencias de paternidad siguen siendo mínimas, lo que refuerza

la idea de que el cuidado es una responsabilidad femenina. Esta situación se ve agravada por la cultura laboral predominante en el país, que aún favorece jornadas extensas y presiona a las trabajadoras para que prioricen la estabilidad familiar sobre el crecimiento profesional.

CONCLUSIONES

La inclusión de mujeres en ingeniería sigue enfrentando desafíos estructurales que van desde la falta de modelos femeninos visibles hasta la insuficiente implementación de políticas de equidad, esto a pesar de los esfuerzos de organismos internacionales, instituciones educativas y organizaciones privadas, la participación femenina en ingeniería y otras disciplinas científicas continúa siendo baja en comparación con la de los hombres.

Es evidente que la representación femenina juega un papel clave en la inspiración de nuevas generaciones, por lo que la visibilidad de mujeres en posiciones de liderazgo, tanto en la industria como en la academia, no solo motiva a las niñas y jóvenes a considerar carreras de ingeniería, sino que también contribuye a la transformación cultural necesaria para eliminar los estereotipos de género en estas áreas.

Asimismo, las iniciativas diseñadas para incentivar el interés de las niñas en STEM, como Niñas STEM PUEDEN y TechnoloChicas, han demostrado ser herramientas valiosas para acercarlas a la ciencia y la tecnología. Sin embargo, la falta de mecanismos de seguimiento y evaluación limita la efectividad y el alcance de estos programas, lo que resalta la necesidad de establecer estrategias de monitoreo que garanticen la continuidad y expansión.

Por otro lado, la brecha de género en el ámbito académico y de investigación refleja la necesidad de fortalecer políticas que promuevan el liderazgo femenino en estos espacios. La equidad no solo implica fomentar la participación de mujeres en ingeniería, sino también asegurar la permanencia y desarrollo profesional en un entorno inclusivo y libre de discriminación.

Además, un factor crucial en la equidad de género en ingeniería es la conciliación entre la vida laboral y familiar. Las mujeres continúan enfrentando mayores responsabilidades en el hogar que combinado con jornadas laborales largas y falta de políticas de trabajo flexible, afecta negativamente la permanencia y desarrollo profesional en el campo de la ingeniería. Por lo cual es fundamental implementar políticas laborales que favorezcan el equilibrio entre ambas esferas, asegurando que las mujeres puedan crecer en la carrera profesional sin tener que sacrificar el bienestar familiar.

Para lograr un cambio significativo, es crucial adoptar un enfoque integral que combine políticas públicas efectivas, programas educativos inclusivos y estrategias de visibilización de modelos femeninos en ingeniería y ciencia. Solo así será posible avanzar hacia una mayor equidad de género en STEM y garantizar que las futuras generaciones de mujeres tengan las mismas oportunidades de contribuir y sobresalir en estos campos.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). (2024). *Anuario de educación superior: Técnico superior, licenciatura y posgrado*

2023–2024. https://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior

Bello, A. (2020, mayo). *Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe*. ONU Mujeres. https://lac.unwomen.org/sites/default/files/Field%20Office%20Americas/Documentos/Publicaciones/2020/09/Mujeres%20en%20STEM%20ONU%20Mujeres%20Unesco%20SP32922.pdf

Centro de Investigación de la Mujer en la Alta Dirección (CIMAD). (2020, marzo). *Mujeres eligiendo carreras STEM*. Movimiento STEAM. https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Mujeres-eligiendo-carreras-STEM-%E2%80%93-MovimientoSTEAM-%E2%80%93-CIMAD.pdf

García Dobarganes, P., & Torres-Tirado, F. (2022, febrero 1). *¿Dónde están las científicas? Brechas de género en carreras STEM*. Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2022/02/%C2%BFDo%CC%81nde-esta%CC%81n-las-cienti%CC%81ficas__Documento_20220201.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Trabajo no remunerado de los hogares*. https://www.inegi.org.mx/temas/tnrh/

Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES). (2001). *Programa nacional para la igualdad de oportunidades y no discriminación contra las mujeres 2000–2006*. http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/100517.pdf

Morales Tristán, O., & Morales Inga, S. (2020, marzo). *¿Por qué hay pocas mujeres científicas? Una revisión de literatura sobre la brecha de género en carreras STEM*. [Revista/entidad editorial por verificar]. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7302725.pdf

Ortiz San Juan, Y. (2019). *El feminismo de la segunda ola en México y su relación con otros movimientos de mujeres*. https://biblioteca.itam.mx/estudios/revista/131/000296733.pdf

Sáinz, M. (2017, junio). *¿Por qué no hay más mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas*. [Entidad editorial por verificar]. https://femrecerca.cat/meneses/publication/por-que-no-hay-mas-mujeres-stem/por-que-no-hay-mas-mujeres-stem.pdf

Valle Vargas, M. (2020, mayo 29). *¿Cómo incrementar el número de mujeres en carreras STEM?* Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación (Tec de Monterrey). https://observatorio.tec.mx/mujeres-carreras-stem/

ADQUISICIÓN DE HABILIDADES BLANDAS MEDIANTE PROYECTOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL PARA POTENCIAR EL DESARROLLO SOCIAL

ACQUISITION OF SOFT SKILLS THROUGH SOCIAL RESPONSIBILITY PROJECTS TO ENHANCE SOCIAL DEVELOPMENT

P. Hernández García[1]
V. Hernández García[2]
V. Hernández García[3]
M. Méndez Ontiveros[4]

RESUMEN

La sociedad actual requiere profesionistas que apoyen el desarrollo social y económico de la comunidad, sin embargo, el problema principal recae en la facilitación de adecuados procesos de enseñanza-aprendizaje para que los estudiantes puedan adquirir dichas habilidades, llamadas habilidades blandas, pero que además sean evaluadas de manera clara. Por lo anterior, el objetivo general de la presente investigación es identificar las competencias blandas que el alumnado de ingeniería desarrolla al llevar a cabo proyectos de responsabilidad social, con el propósito de potenciar el efecto del desarrollo social en la comunidad. La metodología utilizada fue mixta, aplicando una parte cualitativa con la revisión de la literatura, y cuantitativa realizando análisis estadístico con los datos obtenidos. La metodología basada en el Aprendizaje Orientado en Proyectos permitió alinear diferentes dimensiones de estilos de aprendizaje de los estudiantes. Los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes logró adquirir las habilidades de conocimiento y trabajo en equipo. Concluyendo con ello la importancia de aplicar esta metodología para el desarrollo de las habilidades blandas y el efecto de la adquisición de dichas habilidades en la comunidad.

ABSTRACT

Today's society requires professionals who support the social and economic development of the community. However, the main challenge lies in facilitating adequate teaching-learning processes so that students can acquire these skills, called soft skills, and that they are also clearly assessed. Therefore, the general objective of this research is to identify the soft skills that engineering students develop when carrying out social responsibility projects, with the aim of enhancing the impact of social development on the community. The methodology used was mixed, applying a qualitative component with a literature review and a quantitative component with statistical analysis of the data obtained. The methodology based on Project-Oriented Learning allowed for the alignment of different dimensions of students' learning styles. The results show that the majority of students managed to acquire knowledge and teamwork skills. This concludes the importance of applying this methodology for the development of soft skills and the impact of the acquisition of these skills on the community.

ANTECEDENTES

La sociedad actual requiere profesionistas que apoyen el desarrollo social y económico de la comunidad, por ello las universidades tienen el compromiso de preparar talento humano con conocimiento, habilidades y aptitudes que sean capaces de aumentar la productividad, y mejorar el desempeño de la entidad.

[1] Profesora de Tiempo Completo, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, patricia.hernandez@uaslp.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, vicente.hernandez@uaslp.mx
[3] Profesora Hora Clase, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, veronica.garcia@uaslp.mx
[4] Profesora de Tiempo Completo, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, monica.mendez@uaslp.mx

Por lo anterior, las escuelas de ingeniería enfocan sus esfuerzos en desarrollar estrategias que permitan a los alumnos no solo aprender, sino desarrollar habilidades sociales que les garanticen una mejor inserción en el mercado laboral, volviéndose una estrategia fundamental de la institución (Hernández Herrera y Neri Torres, 2020).

La innovación constante en productos y servicios provoca cambios en la sociedad, impactando de manera directa en la forma de vida y en la comunidad en general (Marrero Sánchez et al., 2018). Las nuevas tendencias en la vida cotidiana afectan de manera directa el proceso productivo e impactan de manera constante a las diferentes organizaciones en los aspectos ambientales, comerciales, y de servicio (Zepeda-Hurtado et al., 2019).

Siendo por tanto responsabilidad de las instituciones de educación superior el asegurar que los estudiantes y egresados adquieran competencias blandas, consideradas además como un factor de calidad universitaria, por lo tanto, la implementación de programas que fortalezcan las habilidades sociales de los estudiantes es hoy una prioridad (González Holguín et al., 2018).

Las habilidades blandas fortalecen el éxito y son imprescindibles para el mejor desempeño profesional, son requerimientos actuales de los empleadores, permitiendo además una mejor integración en la sociedad actual (Rojas Gallo, 2020).

El principal problema identificado es la posibilidad de evaluar las competencias blandas adquiridas por los estudiantes de manera clara, con el fin de que sea un real apoyo para el desarrollo social del estudiante, de esta manera otro problema al que se enfrentan tanto las universidades como los profesores es en la búsqueda de metodologías adecuadas para logar desarrollar estrategias, planes, programas y rubricas que les permitan diseñar un proceso justo y claro de evaluación del estudiante y en la aplicación del conocimiento.

Entonces ¿es posible identificar las competencias blandas que los estudiantes de ingeniería para potenciar el desarrollo social de la comunidad? ¿realizar proyectos de responsabilidad social permitirá que los estudiantes puedan adquirir habilidades blandas? ¿La metodología de Aprendizaje Orientado en Proyectos apoyará el desarrollo de proyectos de responsabilidad social para desarrollar adecuadamente las habilidades blandas requerirlas por los ingenieros?

El objetivo general de la presente investigación es identificar las competencias blandas que el alumno de ingeniería desarrolla al llevar a cabo proyectos de responsabilidad social, con el propósito de potenciar el efecto del desarrollo social en la comunidad. Aplicando para lo anterior la metodología de Aprendizaje Orientado en Proyectos.

La importancia de la aplicación de esta metodología es debido a que en la ingeniería los proyectos se utilizan con mucha frecuencia, dado que se aplican en la solución de problemas en las organizaciones, además que esto les permite conocer e integrar tanto los fundamentos teóricos como la aplicación práctica con habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva (González Holguín et al., 2018).

Las habilidades blandas aumentan la empleabilidad y el desempeño laboral, por ello los empleadores buscan personas que demuestren mayor desarrollo en el trabajo (Hernández

Herrera y Neri Torres, 2020). De esta manera, es necesario que el currículo incluya procesos de enseñanza-aprendizaje que contengan de manera integral conocimientos, habilidades, actitudes y valores, que permitan la participación efectiva e integral del profesionista, contribuyendo con ello en el desarrollo de la sociedad (Marrero Sánchez et al., 2018).

Las competencias transversales son aquellas que desarrollan los rasgos personales y permiten que los trabajadores logren conocerse a sí mismos, mejorar sus capacidades y emociones, es decir, tienen que ver más con la persona que son sus conocimientos, por lo tanto, el desarrollo de estas habilidades blandas es una inversión, porque se convierten en predictores del éxito en la vida, dependiendo de los rasgos de personalidad, por lo cual son también llamadas habilidades interpersonales y emocionales. Sin embargo, estas habilidades son valiosas y difíciles de enseñar (Hernández Herrera y Neri Torres, 2020).

Incluir educación emocional en los estudiantes universitarios se ha vuelto una tarea prioritaria, permitiendo con ello el desarrollo socioemocional de los estudiantes, complementando con ello el conocimiento y logrando y un desarrollo integral, aumentando su potencialidad como profesionista, y formando finalmente un ser humano capaz de construir una mejor comunidad, al agregar a la práctica profesional capacidad para trabajar en ambientes diversos y asegurando el éxito profesional (Marrero Sánchez et al., 2018).

Las habilidades blandas tienen relación con aspectos personales de los individuos, y se requieren para mejorar el desempeño profesional. En la Tabla 1 se muestran diferentes modelos de habilidades blandas.

Tabla 1. *Modelos de habilidades blandas.*

Modelo de las cuatro fases de Mayer y Salovey (1997):	Modelo de las competencias emocionales de Goleman (2001):	Modelo de Bar-On:	Modelo de competencias emocionales Bisquerra (2009):
1. Percepción e identificación emocional 2. Pensamiento 3. Razonamiento sobre las emociones 4. Regulación de las emociones	1. Autocontrol emocional 2. Orientación a los resultados 3. Adaptabilidad 4. Optimismo	Componentes. - 1. intrapersonal 2. interpersonal 3. adaptabilidad 4. manejo del estrés 5. estado de ánimo en general	1. Regulación emocional 2. Autonomía emocional 3. Competencias para la vida y el bienestar

Fuente: Vázquez-González et al. (2022).

Las habilidades blandas son atributos que permite actuar de manera más efectiva, y que combinada con otros elementos permiten una adecuada adaptación al cambio, y permite mejor éxito laboral y menor fracaso (Rojas Gallo, 2020). Cabe mencionar que los planes de estudio para las áreas de ingeniería incluyan conocimientos técnicos, pero también el

desarrollo de habilidades que le permitan ser competente, ingenioso, profesional, capacitado, y disciplinado (Valeriano Carrasco y Huaman Gora, 2023).

El objeto de estudio de la presente investigación fue de los alumnos de quinto semestre de la materia Economía y Comercio Internacional, en la cual se desarrolló un proyecto de responsabilidad social, como parte del trabajo final de la materia, con el fin de desarrollar las habilidades blandas de los alumnos, y posteriormente se evaluó el resultado, tanto del trabajo final como del impacto del proyecto en la comunidad. La principal limitación del trabajo de investigación fue el acceso al destino final de entrega de lo recolectado. La importancia para los estudiantes de ingeniería radica en el logro del desarrollo de habilidades blandas que garanticen el éxito profesional.

Además, se debe considerar el enfoque de responsabilidad social, en donde las universidades analizan la posibilidad de generar impactos positivos que satisfagan a todos los grupos de interés con los que interactúan. Argumentan que, al alinear sus valores y actividades con la responsabilidad social, las universidades pueden contribuir significativamente a la creación de una sociedad más justa y equilibrada. Además, destacan la importancia de la sostenibilidad y la coherencia entre los objetivos educativos y las necesidades de la comunidad (Albornoz Córdoba y Alurralde Albornoz, 2018).

METODOLOGÍA

La presente investigación emplea un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos para obtener un análisis integral de los datos.

Para el enfoque cualitativo se realizó una revisión de la literatura buscando identificar las competencias blandas que potencian el desarrollo social de la comunidad, con base en estudios previos.

Para el enfoque cuantitativo se aplicó un análisis estadístico a los datos obtenidos, permitiendo evaluar la presencia y relevancia de dichas competencias en los estudiantes de ingeniería.

La investigación se desarrolló con estudiantes de la asignatura de Economía y Comercio Internacional, que es una asignatura perteneciente al Área Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y siguió un diseño transversal, dado que los datos fueron recolectados en una única ocasión.

Para responder a la pregunta de investigación:

- ¿Es posible identificar las competencias blandas en los estudiantes de ingeniería que potencien el desarrollo social de la comunidad?

Se diseñó una matriz de análisis de contenido que se ilustra en la Tabla 2, se sistematizaron las habilidades mencionadas en la literatura revisada junto con el año de publicación de cada fuente, en donde se destaca que de acuerdo con los resultados, las competencias más relevantes identificadas son la comunicación efectiva y el trabajo en equipo, las cuales se resaltan en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Principales habilidades blandas de los ingenieros.*

Habilidad	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Rubio	[illegible]	Tovar	[illegible]	[illegible]	TOTAL
Año	2012	2003	2019	2016	2012	2016	2016	2020	2018	TOTAL
adaptabilidad									1	1
actitud positiva	1				1		1		1	4
autogestión del tiempo							1			1
colaboración				1						1
comunicación efectiva	1	1		1	1			1	1	6
confiables	1									1
cortesía					1					1
creatividad	1								1	2
creencias						1				1
curiosidad			1							1
disciplinadas	1									1
disposición por aprender							1			1
ética laboral			1		1					2
flexibilidad					1				1	2
habilidades de gestión				1				1	1	3
habilidades sociales					1				1	2
honestidad									1	1
iniciativa	1									1
innovación								1		1
integridad					1				1	2
inteligencia emocional							1			1
liderazgo			1					1		2
pensamiento crítico									1	1
planificación				1						1
profesionalismo					1					1
rasgos						1				1
relaciones interpersonales				1						1
resiliencia			1							1
resolución de problemas								1		1
responsabilidad					1					1
salud mental			1							1
toma de decisiones			1					1		2
trabajo en equipo		1		1	1			1	1	5
uso de las TIC								1		1
valores			1			1				2
virtudes			1							1

Para atender las siguientes preguntas:

- ¿Realizar proyectos de responsabilidad social permitirá que los estudiantes puedan adquirir habilidades blandas?
- ¿La metodología de Aprendizaje Orientado en Proyectos (AOP) apoyará el desarrollo de proyectos de responsabilidad social para fomentar las competencias blandas requeridas en los ingenieros?

Se implementó la metodología Aprendizaje Orientado en Proyectos (AOP) en la asignatura de Economía y Comercio Internacional. Desde el inicio del curso, los estudiantes tuvieron acceso a una lista de cotejo para evaluar sus competencias, cuyos criterios de evaluación se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. *Criterios de evaluación del trabajo final.*

Criterio	Logrado	Medianamente logrado	No logrado
Comunicación			
Presentación del proyecto a terceros			
Trabajo en equipo			
Registro en el sistema			

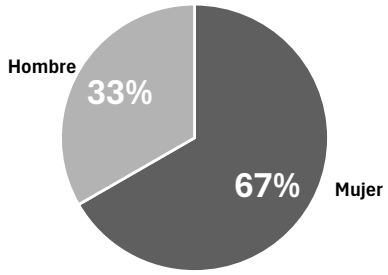
RESULTADOS

El proyecto final consistió en recolectar libros entre los alumnos de la Facultad o personas cercanas a ellos, con el fin de reunir una cantidad suficiente para donarlos a una escuela secundaria a la que asisten alumnos de bajos recursos, la cual se encuentra ubicada en el municipio de San Luis Potosí, con el fin fortalecer su biblioteca con más libros. Para evaluar la actividad de comunicación se realizó con el número de libros recopilados, de cero a un libro indica que no se logró comunicar con otras personas para recibir libros en donación, de 2 a 10 libros se considera que se logró medianamente la comunicación del proyecto y más de 10 libros obtenidos se considera que se logró comunicar el proyecto.

Para evaluar la actividad de trabajo en equipo se considera la participación en el registro de los libros y la entrega física a las personas responsables de la entrega a la escuela secundaria.

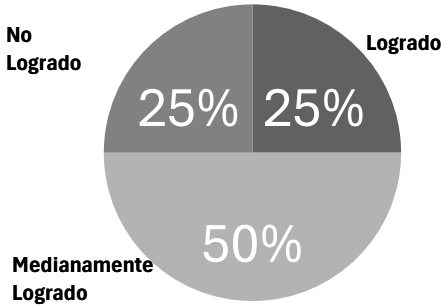
La descripción de la muestra se observa en la Figura 1, en donde el 67% de los participantes fueron mujeres y el resto hombres, todos ellos estudiantes de la Facultad de Ingeniería.

Figura 1. *Género de los participantes de la muestra.*



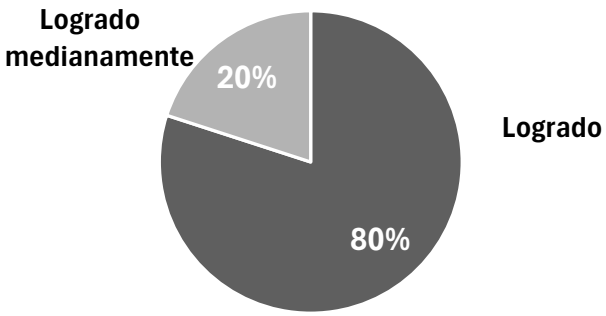
En la Figura 2 se observa que el 25% de los participantes de la muestra lograron la habilidad de comunicación, el 50% de los participantes lograron medianamente la habilidad de comunicación y el 25% no logró la habilidad de comunicación.

Figura 2. *Logro de la habilidad de comunicación.*



En la Figura 3 se observa que el 80% de los participantes lograron la habilidad de trabajo en equipo al registrarse en el sistema de donación de los libros y entregarlos de manera clasificada, el 20% no logró la habilidad de comunicación al no registrarse adecuadamente en el sistema.

Figura 3. *Logro de la habilidad de trabajo en equipo.*



Posteriormente se le dio seguimiento a la entrega de los libros, implicando primero la clasificación de los libros como se puede ver en la Tabla 4.

Tabla 4. *Clasificación de los materiales.*

Libros	Cantidad	Destino
En duda	16	Donar a otra institución
Libros y novelas	24	Donar a secundaria
Reciclar	32	Vender y con los recursos comprar material educativo
Secundaria	9	Donar a secundaria
Revista	1	Donar a secundaria
Conocimiento profesional	12	Donar a otra institución
Total	94	

Como seguimiento al proyecto, los responsables de la entrega del material regresaron a la Universidad, indicando que se donaron libros a una secundaria para fortalecer la biblioteca, además, se donó también otro tipo de material educativo, resultado de la venta de libros que ya no se encontraban en buen estado. También se encontraron libros con contenido de nivel preparatoria y/o licenciatura, los cuales fueron donados a la cárcel de mujeres de un municipio de San Luis Potosí, esto con la intención de que las personas que se encuentran privadas de su libertad puedan tener acceso a un conocimiento más profesional que les permita abrir su visión y motivarlas a mejorar su desempeño cuando obtengan su libertad.

Por lo anterior, y como cierre al proyecto, se pidió la participación de los alumnos para saber cómo se sintieron con el proyecto, destacando que, con poca colaboración pueden mejorar la vida de otros.

CONCLUSIONES

Esta investigación pretendía identificar las habilidades blandas que requieren desarrollar los estudiantes de ingeniería, destacando en la revisión de la literatura que las principales habilidades blandas que requieren desarrollar los ingenieros son la comunicación efectiva y el trabajo en equipo.

Se menciono la dificultad que tienen las universidades para desarrollar estrategias educativas que les permitan el desarrollo de habilidades blandas y su correcta evaluación, y para ello se logró identificar como metodología de enseñanza aprendizaje el método de Aprendizaje Orientado en Proyectos con el fin de aplicar el conocimiento teórico y práctico para materias específicas.

Por otro lado, el objetivo general de la investigación que pretendía identificar y desarrollar las competencias y habilidades blandas que el alumno de ingeniería genera al llevar a cabo proyectos de responsabilidad social con el propósito de potenciar el efecto del desarrollo social en la comunidad, se puede lograr aplicando la metodología de Aprendizaje Orientado en Proyectos, ya que, la aplicación de un proyecto de responsabilidad social en el cual se pretendió reunir libros, clasificarlos y darse de alta en una plataforma, con el fin de contribuir en el conocimiento de alumnos de una escuela secundaria se logró con los alumnos participantes, ya que la mayoría logró comunicar el proyecto con otros interesados para recabar libros donados y también se logró el trabajo en equipo al momento de ordenar y entregar los libros.

Por lo anterior se puede concluir que realizar proyectos bajo la metodología de Aprendizaje Orientado a Proyectos permite desarrollar en los alumnos beneficios adicionales al aprendizaje de habilidades blandas, además que, permite ver reflejado el proyecto en beneficios a la comunidad, conociendo con ello el impacto que puede tener un trabajo realizado por ellos mismos, y su impacto a futuro en la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

Albornoz Córdoba, R. P., & Alurralde Albornoz, E. (2018). *Responsabilidad Social Universitaria*. Trabajo de seminario, Facultad de Ciencias Económicas (FACE), Universidad Nacional de Tucumán (UNT).

Hernández Herrera, C. A. y Neri Torres, J. C. (2020). Las habilidades blandas en estudiantes de ingeniería de tres instituciones públicas de educación superior, RIDE- Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 10(20), e094, https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.678

Marrero Sánchez, O., Mohamed Amar, R. y Xifra Triadú, J. (2018). Habilidades blandas: necesarias para la formación integral del estudiante universitario. Ecociencia, 5, 1-18, DOI: 10.21855/ecociencia.50.144

Mintzberg, H. (2015). *Rebalancing Society: Radical Renewal Beyond Left, Right, and Center*. Berrett-Koehler Publishers.

González Holguín, V., Ferreira Tavera, J. y Barranco López, A. (2018). Desarrollo de habilidades blandas y el uso del Sistema de Gestión del Aprendizaje en la elaboración de proyectos prácticos en una asignatura introductoria de Ingeniería Telemática. Cuaderno de Pedagogía Universitaria, 15(29), http://cuaderno.pucmm.edu.do

Vázquez-González, L., Clara-Zafra, M., Céspedes-Gallegos, S., Ceja-Romay, S. & Pacheco-López, E. (2022). Estudio sobre habilidades blandas en estudiantes universitarios: el caso del TECNM Campus Coatzacoalcos. IPSA Scientia, revista científica multidisciplinaria, 7(1), 10-25. https://doi.org/10.25214/27114406.1311

Rojas Gallo, R. (2020). Habilidades blandas en estudiantes de ingeniería, un estudio comparativo 2020. Revista IECOS, 12(1), 71-86, DOI: https://doi.org/10.21754/iecos.v21i1.1071

Zepeda-Hurtado, M. E., Cardoso-Espinosa, E. O., Rey-Benguría, C. (2019). El desarrollo de habilidades blandas en la formación de ingenieros. Científica, 23(1), 61-67

Valeriano Carrasco, H. M. y Huaman Gora, J. W. (2023). Habilidades blandas en estudiantes de ingeniería de una universidad pública peruana. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3), 8198-8221, https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6806

LA MOVILIDAD INTERNACIONAL COMO OPORTUNIDAD DE VINCULACIÓN ENTRE ESCUELAS DE INGENIERÍA

INTERNATIONAL MOBILITY AS AN OPPORTUNITY FOR LINKAGE BETWEEN ENGINEERING SCHOOLS

C. M. Rubio Atoche[1]
M.V. Chan Pavón[2]
D. A. Ruiz Mercado[3]
M. D. Rodríguez Martín[4]

RESUMEN

La Universidad Autónoma de Yucatán está inmersa en un proceso de cambio donde la vinculación es uno de los ejes transversales del modelo educativo que impera. La Facultad de Ingeniería Química de la Universidad ha puesto particular interés en la movilidad estudiantil como oportunidad de vinculación ya que no solo permite medir el grado de desarrollo en las competencias adquiridas si no que da la posibilidad a los estudiantes confrontar otras culturas y hacer un análisis de sus fortalezas y debilidades. El participar en el programa MexFiTec de la SEP, o a través de su programa de movilidad PIMES, le ha permitido establecer nexos con sus contrapartes y enriquecerse del intercambio que a través de los alumnos se da y, a estos, la oportunidad de realizar sus prácticas en realidades diversas a las que normalmente se enfrentan en la localidad. Podemos concluir que el realizar la movilidad ha tenido un impacto positivo en cada uno de los estudiantes. Les ha permitido ser más tolerantes a las diferencias culturales y considerar la posibilidad de indagar por soluciones en ambientes más allá de su entorno. Se genera un cambio en los estudiantes tal que son más receptivos al trabajo colaborativo en equipos multidisciplinarios y con mayor certeza de su práctica como ingenieros. El interactuar con otras realidades les permite fortalecer el intercambio de ideas, potencializar sinergias y aplicar significativamente el conocimiento y la cultura para el desarrollo humano, en un contexto global.

ABSTRACT

The Autonomous University of the Yucatán is immersed in a process of change in which networking is one of the transversal axes of the prevailing educational model. The Faculty of Chemical Engineering of the University has a special interest in student mobility as an opportunity for networking, because it not only allows measuring the degree of development of the skills acquired, but also gives students the opportunity to confront other cultures and make an analysis of their strengths and weaknesses. The participation in the MexFiTec program of the SEP, or through its mobility program PIMES, has allowed them to establish links with their counterparts, enriching the exchange that takes place through the students and giving them the opportunity to carry out their practices in realities different from those they normally face in the locality. We can conclude that mobility has had a positive impact on each of the students. It has allowed them to be more tolerant of cultural differences and to consider the possibility of seeking solutions in environments beyond their own. It has brought about a change in the students, making them more receptive to working in multidisciplinary teams and more confident in their engineering practice. Interacting with other realities allows them to strengthen the exchange of ideas, potentialize synergies and significantly apply knowledge and culture for human development in a global context.

[1] Coordinador de Movilidad Estudiantil de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. carlosm.rubio@correo.uady.mx
[2] Miembro del comité de vinculación, responsable de la bolsa de trabajo de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. cpavon@correo.uady.mx
[3] Coordinadora del Programa de Ingeniería Química Industrial. Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. claudia.ruiz@correo.uady.mx
[4] Directora de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán. dalmira.rodriguez@correo.uady.mx

ANTECEDENTES

La Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería en la convocatoria de la XLV Conferencia Nacional de Ingeniería (2018) hace hincapié en la importancia que tiene la vinculación de las instituciones y de sus miembros con los diferentes sectores, así como "entre ellas mismas", para la formación integral de los estudiantes de ingeniería.

El Proceso de Bolonia, firmado en 1999, cuyo propósito fue la creación de un Espacio Europeo de Educación Superior es un esfuerzo colectivo de administraciones públicas, universidades, profesores, estudiantes, etc., cuyo objetivo, entre otros es facilitar el reconocimiento de cualificaciones y de periodos de estudios. Dentro de este proceso se desarrolló el Proyecto Tuning europeo como una estrategia para la convergencia de los programas educativos por competencias. Este proyecto tiene como objetivos: facilitar la movilidad de estudiantes, fortalecer el desarrollo de capacidades generales y específicas; y adaptar el contenido de los estudios universitarios a las demandas sociales (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, BOE n. 224 de 18/9/2003; Proceso de Bolonia y el Espacio Europeo de Educación Superior 2018).

Irma Garam (2005), del "Centre for International Mobility" (CIMO), recalca que el estudiar y recibir un entrenamiento en el extranjero aporta a los estudiantes habilidades genéricas que se requieren en el ejercicio profesional por encima de las habilidades específicas en su campo de trabajo, en un estudio planteado por empresarios finlandeses sobre los beneficios de esta práctica.

De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) la movilidad es un espacio para que los estudiantes realicen prácticas, cursos cortos, y residencias académicas fuera de su institución. Cuando esta se realiza en el extranjero es un instrumento invaluable que aporta a la formación integral del futuro profesional, ya que es ocasión de mejorar una lengua extranjera, estar inmerso en una realidad cultural diversa, entre otras. De igual modo es ocasión para establecer la cooperación entre las instituciones ya que estos lazos son un elemento estratégico para el desarrollo de actividades de transmisión, generación y aplicación del conocimiento. (ANUIES, 2000).

Fresán Orozco (2009) entiende la movilidad como la incorporación de los estudiantes de un programa educativo a planes y programas de estudio de otra institución, con la finalidad de cursar y lograr los créditos correspondientes al propio, a través de acreditar una serie de unidades de enseñanza aprendizaje. En este sentido Reyes Pérez, M.I, Rosales Vásquez, J.A., Arroyo Terán, J.A. y León Romero, A.A. (2014) enfatizan que la experiencia del intercambio es fundamental para quien tiene la oportunidad de vivir esta experiencia, ya que una de las demandas de las sociedades actuales a sus profesionistas es que cuenten con una formación de calidad, con dominio de las habilidades que su ejercicio profesional demanda y que estén dispuestos a enfrentarse a diversos retos y sean capaces de resolverlos.

Según Martínez Hernández et al. (2010) la vinculación consiste en establecer la relación entre dos o más objetos, acontecimientos o variables cualesquiera, que puede definirse como una simple vinculación recíproca no causal entre sus características o propiedades, cuya intensidad puede medirse mediante una comparación estadística de la frecuencia con que aparecen ambos factores. Marcan particular atención en el hecho de que debe explorarse el

abordar otras dimensiones de la vinculación como la adecuada integración de valores y tradiciones locales con los de otras naciones, constituyendo ricas y novedosas síntesis culturales alejadas de extremos y radicalismos.

En este mismo sentido de las conclusiones de la XIV Reunión General de Directores de la Asociación Nacional de Escuelas y Facultades de Ingeniería (ANFEI) se desprende que la vinculación "es la relación de beneficios mutuos entre la institución y su entorno, en los sectores empresariales, educativos, sociales y de medio ambiente, para fortalecer las competencias laborales profesionales del estudiante" (ANFEI, Reunión Nacional de Directores 2009)

Torres Knight, et al. (2016) evidencian los retos para los organismos acreditadores al momento de evaluar programas académicos en un esquema binacional. Esto es resultado de la experiencia que vivieron frente a CIIES a la hora de solicitar la acreditación del programa de Ingeniería Aeroespacial establecido en conjunto entre la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACh) y la Universidad Estatal de Nuevo México (NMSU) y evidencian que esto se traduce en una vinculación real con pares académicos extranjeros.

Por el lado del campo de trabajo, A. Atalar (2020) señala que en medio de este mundo globalizado las empresas privilegian empleados con las competencias necesarias para tener un desempeño competitivo a nivel internacional. Esto es debido a que el alumno que ha realizado la movilidad se ha enfrentado a una mayor diversidad cultural en el aula lo que le permite desarrollar competencias interculturales lo que les permite transitar el camino hacia una ciudadanía global.

La Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) aprueba en sesión de Consejo Universitario el 12 de julio de 2012 el Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI, 2012) que plantea las directivas que deben imperar en los programas educativos que se imparten dentro de la misma universidad. Dentro de este modelo, la UADY, replantea la movilidad ya no solo de alumnos sino incluye a los profesores dentro de este esquema. La movilidad ahora es parte las estrategias para lograr la flexibilidad de los programas. Esta queda definida como la incorporación dinámica de acciones que propician el cambio y la transformación de las prácticas educativas. Estos cambios se ven favorecidos por los intercambios que nacen dentro de las prácticas de movilidad.

El Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos a través de la Subsecretaría de Educación Superior (SES) y la Dirección General de Educación Superior Universitaria (DGESU) de la Secretaría de Educación Superior (SEP) y el Gobierno de la República Francesa a través del Ministerio de Relaciones Exteriores y Europeas (MAEE) y el Ministerio de la Enseñanza Superior y de la Investigación (MESR) establecen constituyeron el 19 de septiembre de 2001, el "Programa de Cooperación en el área de las Formaciones Tecnológicas y Profesionales de la Enseñanza Superior".

Tomando en cuenta las siguientes consideraciones (i) que la cooperación ha sido satisfactoria y que existe un interés común específico de colaboración interinstitucional; (ii) que se desean promover la formación integral de estudiantes de ingeniería mexicanos y franceses en las instituciones de educación superior que otorgan el título de ingeniero, los gobiernos de

Francia y México firmaron el 5 de junio de 2008 un Acuerdo de Cooperación que define los principios en los que se apoya la creación del programa **MEX**ico **F**rancia **I**ngenieros **TEC**nología (MexFiTec). Este programa tiene por objetivo promover proyectos de cooperación bilateral para la formación de ingenieros, para intercambios bilaterales de estudiantes y profesores, para la realización de estudios comparativos y evaluación de los planes de estudio y métodos de enseñanza en ambos países (Programa MexFiTec, 2012).

De acuerdo con las consideraciones tomadas por las partes firmantes es condición necesaria para poder participar en este programa contar con la acreditación de una entidad avalada por COPAES.

Con relación a la participación en este programa, Espinoza Rodríguez et al. (2014) comentan que de la comparación de los programas de Ingeniería Civil de la Universidad Juárez del Estado de Durango con los programas de las instituciones francesas participantes se deja ver que estas le dan peso importante a las áreas humanistas y a las actividades extracurriculares realizadas por los alumnos.

La Universidad Autónoma de Yucatán, consciente de la importancia de la dimensión internacional en la formación de los estudiantes ha fomentado hace 25 años la participación de los estudiantes en diversos programas de movilidad. En concreto el **P**rograma **I**nstitucional de **M**ovilidad **Es**tudiantil (**PIMES**). Tal es su importancia que la Internacionalización ha quedado plasmada en uno de los cinco ejes que sostienen el modelo educativo.

La Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán se ha preocupado por los diferentes procesos que apoyen o sean ocasión de mejora de los programas educativos que en ella se imparten. Es por esto que el programa de Ingeniería Química Industrial se acreditó ante el CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería) en febrero de 1999 y desde entonces se ha mantenido vigente dicha acreditación. Con relación al programa de Ingeniería Industrial Logística el programa se acreditó en 2012 ante CACEI y desde entonces se mantienen vigente este reconocimiento. El programa de Química Industrial recibió la acreditación de CONAECQ (Consejo Nacional para la Evaluación de programas de Ciencias Químicas) en 2004. Los programas de más reciente creación: Ingeniería en Biotecnología e Ingeniería en Alimentos recibieron la acreditación de CACEI en febrero de 2018, por lo que aún no se tienen alumnos que hayan participado en dicho programa.

METODOLOGÍA

En este trabajo se planteó evaluar el impacto de la movilidad en la percepción de las diferencias culturales y evaluar cualitativamente el impacto en los estudiantes al integrarse al campo laboral en ambientes diversos al propio. Para lograr esto se establecieron cuestionarios que se presentaron a los estudiantes que realizaron movilidad, discriminando entre aquellos de los que solamente la orientaron con un carácter estrictamente académico de aquellos que realizaron una estancia laboral. Igualmente se evaluaron los aspectos que observaron positivos durante su estancia con miras a integrarlos a nuestros programas.

Para evaluar el impacto de la movilidad en la formación profesional se diseñó y aplicó una encuesta a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma

de Yucatán que participaron en el programa MexFiTec y PIMES. La hipótesis planteada es que la participación de los estudiantes en dichos programas cambia su perspectiva frente al conocimiento como herramienta para el desempeño profesional, cambia su actitud en el trabajo en equipo y son más abiertos a la diversidad.

El objetivo de la encuesta fue, entonces, determinar el impacto de la estancia en la institución extranjera de destino, dentro del programa de movilidad, sobre su formación profesional. Para esto se orientó la encuesta a evaluar la percepción de los participantes en el desarrollo de conocimientos y capacidades durante la estancia y su posterior regreso a México. Para realizar la encuesta se invitó, vía telefónica o por correo electrónico, a los participantes del programa. La encuesta se les aplicó de manera electrónica. Participaron 34 exbecarios del programa de las convocatorias 2007 a 2024. De estos, 51 son mujeres y 50 hombres. En la Tabla 1 se presentan el número de participantes por generación.

Tabla 1: *Distribución de participantes en el programa de intercambio considerados en este estudio.*

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Mujeres	0	1	8	1	0	0	3	4	2	1	0
Hombres	3	0	2	3	1	1	0	4	1	3	1
Total	3	1	6	4	1	1	3	8	3	4	1

Año	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mujeres	2	6	4	P	5	4	10
Hombres	9	5	7	P	1	6	3
Total	11	11	11	0	6	10	13

La encuesta realizada se centró en cinco elementos: datos generales, datos sobre el lugar de trabajo, opinión sobre la experiencia en la institución francesa, una recomendación para mejorar el desempeño de los participantes durante su estancia, apreciación de la situación académica de la institución receptora. Se trató de evaluar su capacidad de adaptación; capacidad de innovación; comunicación escrita; comunicación oral; capacidad en lenguas; ética profesional; capacidad de anticipar los problemas y su solución respectiva; conocimiento científico; autoaprendizaje; resolución de problemas; trabajo en equipo y herramientas del ingeniero. Para esto se establecieron los niveles: muy satisfecho, satisfecho, poco satisfecho, nada satisfecho.

Datos generales: Universidad de egreso (México)_____; Formación seguida: _____
Sexo: (femenino) (Masculino) Universidad receptora (Extranjero) _____

Datos laborales:
1. ¿Te encuentras laborando actualmente? (si) (no)

2. La empresa / institución para la que laboras es (pública) (privada)

3. ¿A qué sector se encuentra dirigida la empresa / institución para la que laboras? a) Agricultura, Ganadería, Forestal, Pesca y Caza; b) Minería; c) Construcción y electricidad, agua y gas; d) Industria manufacturera; e) Transporte; F) Información en medios masivos; G) Industria Petroquímica; H) Industria alimentaria; I) Industria farmacéutica; J) Industria cosmetológica/ dermatológica; K) Industria vitivinícola; L) Industria aeroespacial; M) Industria textil; N) Otro sector. Especifica: _____

4. ¿Qué posición ocupas dentro de la empresa en que laboras? a) Propietario; b) Socio; c) Directivo; d) Trabajador independiente; e) Empleado; f) Otro _____

5. ¿qué tipo de contratación tienes? a) por obra/proyecto determinado b) por tiempo determinado c) por temporada d) a prueba e) capacitación inicial f) por tiempo indeterminado

6. ¿En qué medida coincide tu actividad laboral con la formación seguida? a) Nula coincidencia b) Baja coincidencia c) Mediana coincidencia d) Alta coincidencia

Opinión sobre la experiencia en Francia.
7. ¿Consideras que la experiencia académica vivida en Francia fue un elemento importante para obtener el trabajo que estás desempeñando en este momento? Sí ( ) No ( )

8. ¿En qué medida coincide tu actividad laboral con los estudios cursados en Francia? a) Nula coincidencia b) Baja coincidencia c) Mediana coincidencia d) Alta coincidencia

9. Indica el grado de importancia que otorgas a los diferentes contenidos cursados en Francia en relación con tu lo que debes desempeñar en tu trabajo: a) Enseñanza teórica b) Enseñanza metodológica c) Enseñanza de matemáticas d) Prácticas en empresas e) Otra (criterios considerados: 1) Nada importante 2) Poco importante 3) Importante 4) Muy importante)

Recomendación para mejorar el desempeño académico en el marco del programa MexFiTec.
10. Con la experiencia que obtuviste en el programa MexFiTec, si tuvieras la oportunidad de volver a irte ¿cuáles aspectos modificarías para tener un mejor desempeño en el programa? a) Aprendizaje de matemáticas b) Aprendizaje del idioma c) Contenidos teóricos d) Contenidos metodológicos e) Conocimiento de la cultura francesa.

Opinión sobre la situación académica de la universidad receptora.
11. Establece el orden de prioridad de los siguientes aspectos en función de lo que mayor peso tuvo en tu desarrollo académico durante tu estancia en el Programa (1 el más alto y 5 el más bajo) a) Formación teórica b) Formación práctica c) Trabajo en equipo d) Autoaprendizaje e) Relación profesor estudiante

12. 1. Evalúa tu nivel de satisfacción en relación al desarrollo de los siguientes conocimientos y habilidades durante tu estancia, de acuerdo a los criterios: 1 Muy satisfecho; 2 Satisfecho; 3 Poco satisfecho; No satisfecho; Indicadores: a) Adquisición de conocimientos científicos b) Habilidad para aplicar los conocimientos específicos c) Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinarios d) Habilidad para comunicarse efectivamente de forma escrita e) Habilidad para comunicarse efectivamente de forma oral f) Habilidad para el autoaprendizaje permanente g) Capacidad para utilizar técnicas, habilidades y herramientas

de ingeniería h) Resolución de problemas considerando el cuidado del medio ambiente i) Capacidad de anticipar problemas y resolverlos j) Capacidad de plantear soluciones innovadoras k) Capacidad de adaptabilidad a diversos contextos l) Capacidad para comprender y comunicarte en otro idioma m) Desempeño con ética profesional

RESULTADOS

Los estudiantes realizaron su estancia de movilidad en: la Escuela Nacional Superior de Química de Lille, la Escuela Nacional Superior de Química de Montpellier, SIGMA Clermont, la Escuela Nacional Superior de Química, Biología y Física de Burdeos, la Escuela Nacional Superior de Ingenieros en Artes Químicas y Tecnología de Toulouse y la Escuela Central Paris.

De los estudiantes encuestados un 65% de ellos trabaja en el sector privado, del 35% restante 10% se encuentran laborando en el sector de la enseñanza, el 15% se encuentra realizando un segundo año para obtener un doble diploma y el otro 10% se encuentra realizando estudios de posgrado.

El sector más representativo es la industria alimentaria y de materiales.

Todos coinciden que la experiencia fue muy enriquecedora. En algunos casos fue determinante para lograr el empleo que tienen actualmente.

El conocimiento que tenían de la cultura francesa fue suficiente, pero se requiere insistir a los futuros candidatos en la necesidad de profundizar en la forma de las relaciones entre los franceses.

La mayoría de los estudiantes coincide que los conocimientos más importantes obtenidos en Francia son: metodología de estudio, trabajo en equipo, estancia en empresas, los cursos de cátedra impartidos por especialistas del tema, contenidos teóricos y un autoconocimiento.

Con relación a la pregunta de volver a vivir la experiencia del programa uno de ellos manifiesta:

“Si, porque permite conocer una perspectiva global de la ingeniería y darse cuenta de que muchas de las herramientas que en mi Universidad mexicana aprendemos, son aplicables en una gran cantidad de contextos, incluso en este caso, internacionalmente. Convivir y hacer lazos científicos y fraternales con personas de todo el mundo, ha contribuido exponencialmente en mi desarrollo personal y como futuro ingeniero. Una experiencia enriquecedora, tanto en el plano social, como profesional, ya que me he convertido en un alumno más competente respecto a mis compañeros de generación en mi universidad; además de ser pieza clave en el posicionamiento de mi facultad, al compartir todo este cúmulo de experiencias, conocimientos y habilidades que tuve la oportunidad de adquirir, desarrollar y mejorar en mi estadía en Francia. Sin dudarlo, es un sí, al desarrollo profesional, humano y tecnológico, no sólo individualmente, sino como un todo, para nuestro país, México”.

Los participantes mencionan como sugerencia de mejora la posibilidad de obtener el doble diploma. Otro aspecto recurrente es la posibilidad de la ampliación del tiempo de la estancia en Francia y proponen un año de estudios y seis meses de prácticas o de dos años. Que se

renueve la beca por un segundo año y que se incorporen a ex –"mexfitecos", como tutores, para que brinden acompañamiento y orientación a los nuevos becarios.

Los ex becarios señalan la conveniencia de capacitar a los estudiantes que sean aceptados en el sistema educativo francés para facilitar la inserción en las escuelas francesas. Los estudiantes reconocen que el primer mes en el Cavilam (Vichy) es de gran utilidad. Se debe mejorar el medio de comunicación para el envío de avisos, recordatorios, etc. Proponen establecer alguna plataforma en la que pudieran dejar comentarios para el conocimiento de todas las personas que ingresaran a esa plataforma.

Crear una red alumni movilidad para crear oportunidades laborales y/o de negocio.

CONCLUSIONES

Los exbecarios MexFitec que se encuentran cursando algún posgrado consideran la experiencia fue fundamental para el ingreso a este.

Más del 75 % de los encuestados coinciden que las experiencias vividas y las habilidades desarrolladas durante el programa les han permitido mejorar su desempeño profesional.

Todos reconocen el valor de las relaciones establecidas y las redes de profesionales que se fueron gestando a lo largo de su estancia. Tres de ellos mencionan que estas han sido determinantes para su desarrollo profesional.

Las sugerencias de mejora versan en la posibilidad de alargar el periodo de la estancia a año y medio para poder concretar la obtención del doble diploma y la creación de una red alumni MexFiTec.

La mayoría de los encuestados reportan la necesidad de profundizar en el aprendizaje de matemáticas y de contenidos metodológicos.

Más de 50% de los participantes en la encuesta y que reportaron estar trabajando, consideran importante y muy importante la enseñanza teórica, la metodológica, de matemáticas y las prácticas en las empresas que recibieron en el marco del programa MexFitec (contenidos) en relación con el campo laboral en que se desempeñan.

La gran mayoría de los participantes señalan que las materias cursadas tenían relación con el plan de estudios de su carrera de ingeniería.

Más de la mitad de los participantes consideran muy importante la formación teórica, la formación práctica, el trabajo en equipo y el autoaprendizaje; en contraste, casi la mitad considera menos importante la relación profesor-estudiante.

La gran mayoría de los participantes reportan un alto nivel de satisfacción con relación al desarrollo de conocimientos y habilidades.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI). (2009). *Reunión General de directores* [comunicado]. http://www.anfei.mx/reuniones-y-conferencias/reunion-general-de-directores/

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). (2000). *Movilidad estudiantil* [programa]. http://www.anuies.mx/programas-y-proyectos/cooperacion-academica-nacional-e-internacional/cooperacion-academica-internacional/movilidad-estudiantil

Atalar, A. (2020). Student exchange: The first step toward international collaboration. *[Capítulo de libro]*, 63–71.

Comunidad Europea. (2018). *Proceso de Bolonia y Espacio Europeo de Educación Superior*. https://ec.europa.eu/education/policy/higher-education/bologna-process_es

Espinoza Rodríguez, A., Lozoya Vélez, J. G., & Sáenz López, A. (2014). Movilidad internacional y su contribución al crecimiento institucional. *Revista ANFEI Digital, 1*(1), 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/9

Fresán Orozco, M. (2009). Impacto del programa de movilidad académica en la formación integral de los alumnos. *Revista de la Educación Superior, 38*(151), 141–160. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-27602009000300008&script=sci_abstract

Garam, I. (2005). *Study on the relevance of international student mobility to work and employment: Finnish employers' views on benefits of studying and work placements abroad*. Centre for International Mobility (CIMO).

Martínez Hernández, L. M., Leyva Arellano, M. E., & Barraza Macías, A. (2010). La importancia de la vinculación en las instituciones de educación superior. *Boletín Técnico del Instituto Mexicano de Ejecutivos en Finanzas, (7)*, 1–16. https://www.imef.org.mx/publicaciones/boletinestecnicosorig/BOL_07_10_CTN_CC.PDF

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (España). (2003, 18 septiembre). *BOE n.º 224: Créditos ECTS*. [sustituir URL no oficial; enlazar a BOE.es] https://orbananos.files.wordpress.com/2008/03/creditos-ects.doc

Programa MexFiTec (SEP). (2012). *Programa de cooperación México–Francia para ingenieros (MexFiTec)*. http://www.dgesu.ses.sep.gob.mx/MEXFITEC.html

Reyes Pérez, M. I., Rosales Vásquez, J. A., Arroyo Terán, J. A., & León Romero, A. A. (2014). Impacto del programa de movilidad estudiantil bajo la percepción del profesor. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa, 1*(2), 1–18. https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/178

Torres Knight, R. R., Méndez Morales, O. A., & Astorga Bustillos, F. R. (2016). Formación de ingenieros en programas binacionales: Un reto para los organismos evaluadores y acreditadores. *Revista ANFEI Digital, 4*, 1–8. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/138

Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). (2012). *Modelo Educativo para la Formación Integral (MEFI)*. http://www.dgda.uady.mx/media/docs/mefi_dgda.pdf

PLASTITECH: INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y SOCIAL EN LA COMUNIDAD CANANENSE

PLASTITECH: RESEARCH AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT FOR THE ECONOMIC AND SOCIAL GROWTH OF THE CANANENSE COMMUNITY

F. Rodríguez Soto[1]
R. J. Villa Medina[2]
M. A. Elías González[3]

RESUMEN

El proyecto PlastiTECH surge con el propósito de mejorar la gestión de residuos plásticos en Cananea a través de la vinculación entre la academia, la industria y el sector gubernamental, aprovechando los procesos de la formación de Ingenieros para resolver problemas trascendentales para la sociedad. Se implementó un modelo basado en la economía circular para el reciclaje de termoplásticos mediante procesos de trituración, lavado, extrusión y moldeo, con maquinaria desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC). A partir de alianzas estratégicas con empresas y el sector educativo, se logró la recolección y procesamiento de más de 1 tonelada de plástico en su fase piloto, involucrando a más de 800 estudiantes de nivel básico y superior en actividades de educación ambiental. Los resultados muestran un impacto positivo en la recuperación de residuos, la formación de competencias en ingeniería aplicada y la generación de materiales reciclados con valor comercial. Abordar la problemática de los plásticos en cualquier ecosistema implica soluciones culturales y sostenibles que incluyen la promoción de alternativas sostenibles, la educación y la colaboración entre diferentes sectores. Este modelo demuestra la viabilidad de proyectos sostenibles de triple hélice y su potencial para replicarse en otras comunidades.

ABSTRACT

The PlastiTECH project was initiated with the aim of improving plastic waste management in Cananea through the collaboration between academia, industry, and the government sector, leveraging the engineering education processes to address significant societal issues. A model based on the circular economy was implemented for the recycling of thermoplastics through crushing, washing, extrusion, and molding processes, using machinery developed at the Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC). Through strategic partnerships with companies and the education sector, over one ton of plastic was collected and processed during the pilot phase, involving more than 800 students from both basic and higher education levels in environmental education activities. The results show a positive impact on waste recovery, the development of applied engineering skills, and the generation of recycled materials with commercial value. Addressing the issue of plastics in any ecosystem requires cultural and sustainable solutions, including the promotion of alternative sustainable practices, education, and collaboration across different sectors. This model demonstrates the feasibility of sustainable triple helix projects and their potential for replication in other communities.

ANTECEDENTES

El impacto ambiental de los residuos plásticos es una problemática global que requiere soluciones tecnológicas, sociales y económicas. En este contexto, PlastiTECH surge como una iniciativa de vinculación entre la academia, la industria y el sector gubernamental para

[1] Profesor e Investigador de Instituto Tecnológico Superior de Cananea, francisco.rodriguez@cananea.tecnm.mx
[2] Profesor, Investigador y Jefe de División Ing. Electromecánica y Ciencias Básicas de Instituto Tecnológico Superior de Cananea, ramon.villa@cananea.tecnm.mx
[3] Profesor e Investigador de Instituto Tecnológico Superior de Cananea, martin.eliasgonzalez@cananea.tecnm.mx

la industrialización del reciclaje de plásticos en Cananea, Sonora. A través de la participación de estudiantes, empresas y autoridades locales, este proyecto busca transformar residuos plásticos en recursos valiosos, generando un impacto positivo en la comunidad y fortaleciendo la pertinencia de las carreras de ingeniería.

El proyecto no solo plantea una solución para el manejo sostenible de residuos, sino que también busca generar conciencia ecológica en jóvenes y nuevas generaciones, involucrándolos en un modelo de economía circular. Además, los beneficios económicos obtenidos de la industrialización de plásticos reciclados, mediante el desarrollo tecnológico de maquinaria y procesos de industrialización realizados por estudiantes y profesores del Tecnológico de Cananea, se destinarían a la creación de un fondo de becas para estudiantes en Servicio Social con necesidades económicas, fortaleciendo el compromiso social del proyecto. Es importante hacer referencia a los siguientes puntos:

1. Impacto económico del reciclaje de plásticos. Diversos estudios han demostrado que el reciclaje de plásticos puede convertirse en un motor de desarrollo económico y social. Por ejemplo, en el artículo "Análisis del impacto económico en Puerto Peñasco, Sonora debido al reciclaje en relleno sanitario", se expone cómo la recolección y venta de materiales reciclables genera ingresos para las familias involucradas, promoviendo el desarrollo local y sustentable (Ortiz Vidaca et al., 2023) Además, se destaca la importancia de la construcción de rellenos sanitarios adecuados para mejorar la eficiencia del reciclaje, lo que sugiere la necesidad de infraestructura en Cananea para optimizar el aprovechamiento de plásticos reciclados en procesos industriales.

2. Educación e innovación tecnológica para el reciclaje. El éxito de la industrialización del reciclaje de plásticos depende de la capacitación y formación de ingenieros especializados en la selección y procesamiento de materiales reciclables. El artículo "Estrategia autodidacta para seleccionar materiales de ingeniería utilizando Granta-Edupack" enfatiza la importancia de que los estudiantes adquieran habilidades en la clasificación y selección de polímeros, lo que facilita la optimización del reciclaje y su integración en la industria (Salazar Muñoz et al., 2021). Esta formación técnica es clave para PlastiTECH, ya que permitirá garantizar la calidad de los plásticos reciclados y su posterior uso en procesos de manufactura sustentable.

Asimismo, la incorporación de tecnologías emergentes en la educación para el reciclaje es un factor determinante en la consolidación de una economía circular. En este sentido, el artículo "La realidad aumentada en la formación de ingenieros para la generación de cero residuos" resalta el potencial de la realidad aumentada como herramienta para capacitar a futuros profesionales en prácticas de reciclaje y gestión de residuos plásticos (Toriz García, 2019). Al integrar esta tecnología en la formación académica, se podrían simular procesos industriales de reciclaje antes de su implementación real, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo costos.

3. Situación del reciclaje en México y en Cananea. A pesar de los avances en el desarrollo de tecnologías de reciclaje, México enfrenta importantes desafíos en la gestión de residuos plásticos. De acuerdo con la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC), en el país solo se recicla el 30% del plástico consumido anualmente, lo que significa que millones de toneladas de residuos aún terminan en vertederos o en el medio ambiente (Alegria, 2019).

En este contexto, Tecnológico de Cananea ha decidido enfrentar este problema a través del proyecto PlastiTECH, el cual busca implementar un modelo de economía circular, promoviendo la recolección, transformación y reutilización de plásticos en productos útiles. A través de la vinculación entre escuelas de nivel básico, industria y Gobierno, este proyecto tiene el potencial de reducir el impacto ambiental, generar oportunidades económicas y fomentar la educación ambiental en la región.

Objetivo general. Fomentar la industrialización del reciclaje de plásticos mediante la vinculación de la academia, la industria y el gobierno, con el fin de reducir el impacto ambiental, generando oportunidades económicas y fortaleciendo la educación ambiental en la comunidad de Cananea, Sonora.

PlastiTECH define los siguientes **Objetivos específicos**:

- Fortalecer la infraestructura para el reciclaje de plásticos en el Tecnológico de Cananea mediante la creación y optimización de maquinaria para la trituración y moldeo de plásticos reciclados, **a través proyectos de asignatura, proyectos multidisciplinarios, Residencias Profesionales y Tesis donde los estudiantes se integren al desarrollo de tecnología**.
- Desarrollar programas de concientización ecológica dirigidos a estudiantes de distintos niveles educativos, promoviendo la separación de residuos y la economía circular.
- Crear sinergias entre el sector educativo, empresas y Gobierno para consolidar un modelo de economía circular que permita la recuperación de materiales postconsumo.
- Generar ingresos a través de la transformación de residuos plásticos en productos reciclados, destinando recursos para otorgar becas a estudiantes de bajos ingresos que realizan su Servicio Social, garantizando su permanencia en la educación superior y fomentando su participación en proyectos sustentables.

En conjunto, estos antecedentes refuerzan la viabilidad y relevancia de PlastiTECH como un proyecto integral de innovación tecnológica, educación y desarrollo económico sustentable, consolidando a Cananea como un referente en reciclaje de plásticos en México.

METODOLOGÍA

El proyecto PlastiTECH se desarrolló en respuesta a la necesidad de gestionar los residuos plásticos en Cananea mediante la vinculación entre la academia, la industria y el gobierno. La metodología implementada siguió un enfoque estructurado en cinco fases clave: diagnóstico, diseño de soluciones, implementación tecnológica, vinculación social y evaluación de impacto.

1. **Diagnóstico del problema**: Se realizó un análisis del impacto ambiental y económico de los residuos plásticos en la región, identificando los polímeros más comunes y su disposición final. Se llevaron a cabo estudios de campo en instituciones educativas y comunidades locales para medir la generación de residuos y evaluar el nivel de conocimiento sobre reciclaje.
2. **Diseño de soluciones tecnológicas:** Con base en el diagnóstico, se definió una estrategia de reciclaje centrada en la economía circular. **Se aprovecha la maquinaria específica para el procesamiento de plásticos desarrollada en el Tecnológico de Cananea con**

la valiosa participación de estudiantes en proyectos de Residencias Profesionales, que incluye una trituradora, una extrusora, una moldeadora y una lavadora de PET, adaptadas a las necesidades locales y a la infraestructura disponible.

3. **Implementación del sistema de reciclaje**: El proceso de reciclaje se estructuró en varias etapas:

- **Recolección**: Se establecen centros de acopio en escuelas de nivel básico.
- **Clasificación y limpieza**: Los plásticos se clasifican por tipo (No.1 PET, No.2 HDPE, No.5 PP) y se realiza una primera limpieza (retirando etiquetas (No.4 LDPE), tapas y separando los cuellos de tapas (No.2) de la botella de PET (No.1).
- **Comercialización**: en este punto se tiene ya un primer producto de venta, pues un proveedor se encarga de abastecer la botella de PET clasificada.
- **Trituración**: Se redujeron los residuos a hojuelas homogéneas para facilitar su procesamiento posterior.
- **Extrusión y moldeo**: Los polímeros triturados se funden y moldean para fabricar productos reutilizables, como **topes de estacionamiento** y **adoquines**.

4. **Vinculación social y educativa**: Se promovió la educación ambiental a través de pláticas y campañas de sensibilización en escuelas y trabajo comunitario desarrollado en instalaciones del Tecnológico de Cananea. Más de 800 estudiantes participaron activamente en la recolección y clasificación de plásticos, fomentando una cultura de reciclaje en la comunidad.
5. **Evaluación del impacto y escalabilidad**: Se pronostican resultados del proyecto en términos de volumen de plástico procesado, y la producción de piezas de reemplazo para mobiliario escolar y de construcción, considerando la creación de moldes para extrusión y moldeo por compresión.

Importancia de la Educación Ambiental: La educación ambiental desempeña un papel fundamental en la transformación cultural hacia una gestión sostenible de los plásticos. A través de programas educativos en escuelas, universidades y comunidades, se puede sensibilizar a la población sobre las consecuencias del mal manejo de los plásticos y la importancia de reducir, reutilizar y reciclar. Además, la participación de las instituciones educativas en proyectos de investigación y desarrollo, como PlastiTECH, ofrece una oportunidad única para formar futuros profesionales comprometidos con el medio ambiente.

El Tecnológico de Cananea tiene el potencial de liderar la innovación en esta área, integrando tecnologías avanzadas y fomentando la colaboración entre academia, industria y gobierno.

El proyecto PlastiTECH representa una iniciativa integral para abordar la problemática de los plásticos desde una perspectiva social, cultural y tecnológica. Al combinar la investigación y el desarrollo tecnológico (**promoviendo entre los estudiantes la fabricación de maquinaria para el procesamiento de plásticos, y la creación de moldes para la producción de artículos de plástico reciclado**) con la concientización y educación ambiental, se busca no solo mitigar los efectos negativos del uso de plásticos, sino también **contribuir al desarrollo económico y social de la comunidad Cananense**, sirviendo como modelo para otras regiones.

La industria, por su parte, podría ofrecer recursos, infraestructura y experiencia en la producción y gestión de residuos, así como adoptar tecnologías innovadoras desarrolladas en colaboración con la academia. Empresas como Grupo México pueden aportar fomentando la recuperación de materiales postconsumo. La industria local podría desarrollar envases reutilizables, plásticos biodegradables o productos fabricados con un mayor porcentaje de materiales reciclados. Además, podría implementar tecnologías avanzadas de separación y procesamiento que maximicen la calidad del material reciclado, alineando estos esfuerzos con iniciativas académicas y políticas gubernamentales para cerrar el ciclo de economía circular.

Los tres niveles de Gobierno pueden intervenir implementando regulaciones estrictas y promoviendo incentivos para la economía circular, como la creación de leyes que obliguen a las empresas a utilizar un porcentaje mínimo de materiales reciclados en sus productos, subsidios para proyectos de reciclaje comunitarios y programas de certificación para industrias que adopten prácticas de economía circular. Además, el gobierno podría fomentar alianzas público-privadas para el desarrollo de infraestructura de reciclaje y campañas masivas de educación ambiental.

Finalmente, la Sociedad Civil participa adoptando hábitos de consumo responsables e involucrándose activamente en iniciativas de reciclaje y limpieza. Esto podría incluir actividades como la separación adecuada de residuos en los hogares y escuelas, la participación en programas comunitarios de recolección de plásticos y la promoción de campañas de sensibilización sobre el impacto del plástico en el medio ambiente. Además, podría incentivarse a la sociedad civil a colaborar con organizaciones locales y programas educativos para fomentar una economía circular y reducir el consumo de plásticos de un solo uso.

Se introduce el concepto de **Plastitokens**, funcionando como un símbolo de trueque y recompensa por servicios y actividades específicas, tales como campañas de limpieza y mantenimiento de espacios, tonelajes de confinamiento, clasificación de plásticos y procesamiento de productos extruidos y moldeados.

RESULTADOS

Al iniciar operaciones de limpieza de espacios y reciclaje de plásticos en el Instituto Tecnológico Superior de Cananea se pensó en la posibilidad de procesar los residuos sólidos urbanos obtenidos, por lo que se invirtieron recursos en la fabricación de máquinas que los industrializaran.

Asi fue que, con el apoyo de la Coodinación de la carrera, **Profesores de Asignatura y Residencias Profesionales de estudiantes de Ing. Electromecánica, se construyeron tres máquinas** con diseños y planos del sitio de Internet “Prescious Plastic”, que funcionaron para el procesamiento de plásticos reciclados en la Institución. Actualmente nuestra maquinaria se compone de:

- **Trituradora básico diseño Prescious Plastic**. Impulsada por un motor eléctrico de 220 VCA 3fases, 0.5 HP alto torque, 1800 rpm con transmisón mecánica reductora a 60 rpm,

14 cuchillas de acero inoxidable cortado al láser, capacidad de 5 Kg/Hr, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. *Componentes y Trituradora de plásticos Prescious Plastic.*

- **Extrusora de plásticos diseño Prescious Plastic**. Funciona con un Motor eléctrico de 220 VCA 3fases, 1 HP de potencia, velocidad de giro de 1725 rpm con transmisión mecánica reductora de relación 25:1 convirtiendo a 69 rpm, dispone de un Variador de Velocidad para el control de arranques y suavidad de giro; tiene una cámara de extrusión de 635mm longitud X 25.4mm diámetro, resistencias tipo Banda para 270ºC y capacidad de proceso de 0.5 Kg/h, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. *Máquina extrusora de plásticos Prescious Plastic.*

- **Moldeadora de compresión diseño Prescious Plastic**. Voltaje de operación 220 VCA 3fases, Horno de 350 mm ancho X 450 mm profundidad X 500 mm altura, Temperatura de operación 270ºC, Compresión manual con prensa mecánica de 0.5 Ton, como se muestra en la Figura 3.

Figura 3. *Máquina moldeadora de plásticos Prescious Plastic.*

- **Máquina lavadora de plásticos**. Cuenta con un Motor eléctrico 220 VCA 3Fases de 2 HP de potencia con reducción mecánica de cadena de 1715 rpm a 40 rpm, se adaptó una tina plástica con capacidad volumétrica de 100 litros, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. *Máquina lavadora de plásticos.*

Al participar en la difusión de proyectos en eventos de Ciencia y Tecnología, en diversos foros, como se muestra en la Figura 5, fue notable el impacto en la conciencia ecológica de todas las personas, especialmente en niños y jóvenes. Esa fue la causa para aumentar el alcance del proyecto y trascender, en una segunda etapa, hacia todo el sector educativo.

Figura 5. *Difusión del Proyecto de reciclaje e industrialización de plásticos.*

Al proponer como sede al Tecnológico de Cananea, se plantean objetivos muy ambiciosos, pues se accede al nivel de educación primaria y secundaria, con la participación de las Escuelas Primaria "Gilberto Castillo Ríos" (300 estudiantes) y Secundaria "Mártires de 1906" (1,000 estudiantes, pero solo el 50% contribuyeron) , como se muestra en la Figura 6. Se realizó un muestreo para pronosticar la cantidad de plástico a la que se puede acceder logrando una recopilación de 80 Kg (8 días hábiles) y 65 Kg (5 días hábiles), respectivamente. Al tener el acopio y recepción de plásticos reciclables de esas escuelas locales, se deberá asegurar su confinamiento para evitar que se contaminen los plásticos recibidos.

Figura 6. *Apoyo en programa de confinamiento, Esc. Prim. "Gilberto Castillo Ríos"y Secundaria "Mártires de 1906".*

Convocatoria "Participemos por Cananea 2023" del Grupo México. Luego de exponer exitosamente frente al **Comité de Desarrollo Comunitario de Cananea**, órgano de evaluación de **Grupo México** que media el desarrollo comunitario de su subsidiaria **Casagrande**, los detalles del Proyecto "PlastiTECH, Reciclaje e industrialización de plásticos", fundamentando sus Objetivos ambientales y económicos y planteando la necesidad de aumentar la capacidad del proceso de reciclaje, específicamente en la Trituración del plástico, se confirma la noticia de haber sido beneficiados con el **100% del Capital semilla solicitado: $261,885.84 pesos M.N.** (solo por la Trituradora marca QuRan

de doble eje modelo DB400, 220 VCA 3fases, potencia de 3KW y capacidad de trituración de 500 Kg/h, como se muestra en la Figura 7, se asignaron $135,600.00).

Figura 7. *Patrocinio de Grupo México.*

El procedimiento empleado para iniciar la industrialización en el reciclamiento de plásticos consiste en recolectar, clasificar y limpiar de etiquetas las botellas y recipientes de plástico (no deben mezclarse No.1, No.2, No.5) como se muestra en la Figura 8, este puede ser ya un producto comercializable; al triturar por separado cada uno de los materiales, verificando la calidad de la granulometría y eliminando las impurezas, como grasa, polvo y residuos de los líquidos contenidos, mediante un sistema de lavado, se continua el proceso de industrialización. Una vez limpio el material, secarlo y verificar que no existan mezclas que contaminen el producto; en esos términos las hojuelas son consideradas producto final, que puede ofertarse a la venta en distintos mercados (dependiendo de la pureza del material, calidad de la granulometría y limpieza, se consiguen mejores ventas), o alimentación al siguiente proceso de moldeo o extrusión.

Figura 8. *Confinamiento, clasificación y limpieza, trituración de plásticos.*

Proyectando la recopilación de plásticos en 5 escuelas que operarán con reglamentación de Grupo México/ CasaGrande, para establecer un sistema de apoyo y recompensas por el buen funcionamiento del Proyecto, se pueden considerar 50 Kg por Escuela por semana, lo que representa 1.25 Tons de plástico al mes, con proporciones de aprox 80% de PET y 20% de HDPE. Considerando como productos finales las botellas de PET a granel, cuya venta es de $4 pesos por kilogramo, se puede presupuestar $4,000/ mes y los excedentes de HDPE y PP se utilizarán en proyectos de asignatura y proyectos multidisciplinarios (donde el plástico es

un buen material de prototipado) y para la producción en moldes de aluminio de adoquines (que han empezado a arrojar resultados satisfactorios) como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. *Extrusión y Moldeo de plásticos en Acero y Aluminio*.

CONCLUSIONES

Los proyectos de desarrollo en áreas de Ingeniería pueden tener un impacto sostenible en el medio ambiente al fortalecer la infraestructura, pues se construyeron cuatro máquinas para el procesamiento de plásticos reciclados (Trituradora, Extrusora, Moldeadora y Lavadora) con recursos propios, promoviendo el desarrollo científico con proyectos estudiantiles de Residencias Profesionales. Además se obtuvo la donación de una Trituradora de gran capacidad (aumentando el volumen procesado de 5 Kg/h a 500 Kg/h) por parte del Grupo Mexico, mediante la Convocatoria de Proyectos comunitarios "Participemos por Cananea". Con estos equipos se procesó el plástico reciclado clasificándolo, triturándolo y realizando pruebas para extruirlos y moldearlos, lográndose topes para estacionamiento y adoquines, como se aprecia en la Figura 9.

Se logró la participación de las Escuelas Primaria "Gilberto Castillo Ríos" y Secundaria "Mártires de 1906" mediante programas de concientización entre el profesorado y alumnado y se elaboró un procedimiento para la disposición y recolección de residuos plásticos.

El Proyecto PlastiTECH representa una estrategia integral que combina tecnología, educación y responsabilidad social para abordar el problema de los residuos plásticos en Cananea. Debido a la magnitud del proyecto, se propone como siguiente fase la elaboración de moldes para diversos productos que hagan representación institucional (llaveros de ITSC, tablas para escritura), que beneficien a las instalaciones escolares (reemplazo de paletas en mesabancos, madera plástica para sillas y bancas), asi mismo lograr ventas por la comercialización de productos para decoración (adoquines, fachaletas, mosaicos).

A medida que evoluciona, PlastiTECH podrá replicarse en otras regiones del país, posicionando al Tecnológico de Cananea como un referente en innovación sustentable y vinculación academia-industria-gobierno. La experiencia aplicada hacia una implementación efectiva del sistema de reciclaje, integrando innovación tecnológica con participación comunitaria, refuerza la viabilidad del modelo PlastiTECH como una solución sostenible y escalable.

BIBLIOGRAFÍA

Alegría, A. (2021, mayo 19). México recicla 30% del plástico que consume: ANIPAC. *La Jornada*. https://www.jornada.com.mx/notas/2021/05/19/economia/mexico-recicla-30-del-plastico-que-consume-anipac/

Ortiz Vidaca, J., López Chacón, D. E., Parra, G. E. T., & García, A. A. (2023). Analysis of economic impact in Puerto Peñasco, Sonora, due to recycling in landfill. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 15*, 54–61. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/123

Salazar Muñoz, V. E., Kado-Mercado Elías, I., & Noriega Navarro, O. M. (2021). Estrategia autodidacta para seleccionar materiales de ingeniería utilizando GRANTA-EduPack [Self-teaching strategy for selecting engineering materials using GRANTA-EduPack]. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 13*, 1–7. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/703

Toriz García, E. G. (2019). La realidad aumentada en la formación de ingenieros para la generación de cero residuos. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 11*, 1–8. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/611/1248

INNOVACIÓN EN INGENIERÍA CON APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, IMPRESIÓN 3D Y DATOS SATELITALES

INNOVATION IN ENGINEERING WITH PROJECT-BASED LEARNING: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 3D PRINTING AND SATELLITE DATA

M. F. Esparza Posadas[1]
A. Zamora Díaz[2]
M. E. Cortés Hernández[3]

RESUMEN

El avance tecnológico y la demanda de habilidades interdisciplinarias han impulsado la transformación de los métodos de enseñanza en ingeniería. Sin embargo, la actualización curricular suele ser lenta, generando una brecha entre la formación académica y las exigencias del mercado laboral. En este contexto, la Comunidad Estudiantil de Innovación Industrial (CEII UNAM), vinculada a la carrera de Ingeniería Industrial en la FES Aragón, UNAM, desarrolla proyectos de investigación aplicada empleando Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) y Aprendizaje Basado en Proyectos (POL) para acercar a la población estudiantil a tecnologías de vanguardia. Este artículo presenta tres desarrollos de CEII UNAM: un traductor de Lengua de Señas Mexicana basado en inteligencia artificial, la fabricación de una prótesis impresa en 3D, y una plataforma de visualización de incendios con datos satelitales. La metodología implementada en estos proyectos fomenta la integración de conocimientos teóricos en la resolución de problemas reales, fortaleciendo el pensamiento crítico, la innovación y el trabajo interdisciplinario, todo ello con un enfoque centrado en el usuario. Los resultados evidencian que estas estrategias potencian el desarrollo de competencias técnicas y habilidades blandas, preparando a futuros profesionales de la ingeniería para afrontar los desafíos tecnológicos y generar un impacto social positivo.

ABSTRACT

Technological advancements and the demand for interdisciplinary skills have driven the transformation of engineering education methodologies. However, curriculum updates are often slow, creating a gap between academic training and labor market demands. In this context, the Student Community of Industrial Innovation (CEII UNAM), affiliated with the Industrial Engineering program at FES Aragón, UNAM, develops applied research projects using Problem-Based Learning (PBL) and Project-Oriented Learning (POL) to introduce students to cutting-edge technologies. This article presents three projects developed by CEII UNAM: a Mexican Sign Language translator based on artificial intelligence, the manufacturing of a 3D-printed prosthesis, and a fire visualization platform using satellite data. The methodology applied in these projects promotes the integration of theoretical knowledge into real-world problem-solving, strengthening critical thinking, innovation, and interdisciplinary collaboration, all within a user-centered approach. The results show that these strategies enhance the development of technical and soft skills, preparing future engineering professionals to face technological challenges while generating a positive social impact.

ANTECEDENTES

En la actualidad, la educación superior enfrenta el desafío de mantenerse actualizada ante el

[1] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México. franciscoesparzae4@aragon.unam.mx
[2] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México. angelazamora35@aragon.unam.mx
[3] Ayudante de Profesor. Facultad de Estudios Superiores Aragón, Universidad Nacional Autónoma de México. marloncortes20@aragon.unam.mx

constante avance tecnológico. Los planes de estudio, al ser estructuras complejas que regulan la formación académica, requieren actualizaciones periódicas para responder a las nuevas demandas del mercado laboral, la evolución del conocimiento y las transformaciones sociales (Rojo et al., 2018). Sin embargo, este proceso no siempre ocurre con la rapidez necesaria, lo que genera una brecha entre la formación académica y las necesidades de la industria.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) deben adaptarse a tendencias globales que involucran factores económicos, gubernamentales, sociales y tecnológicos, entre otros (Manzur et al., 2021). En este contexto, la educación enfrenta un reto significativo en términos de transformación digital, ya que es uno de los sectores con menor avance en este proceso (Rodríguez-Abitia y Bribiesca-Correa, 2021). Este rezago impide que los egresados tengan las competencias necesarias para desempeñarse en entornos altamente tecnológicos, como aquellos que involucran inteligencia artificial, internet de las cosas o ciencia de datos.

Ante esta situación, resulta fundamental identificar estrategias que permitan a la población estudiantil mantenerse a la vanguardia del conocimiento sin depender exclusivamente de la actualización curricular. La integración de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación ha sido un elemento clave para reducir la brecha tecnológica en las universidades (Rodríguez y Kriscautzky, 2018). Lo anterior se basa en la premisa de que la tecnología debe servir a las personas bajo principios de equidad e inclusión, promoviendo sociedades del conocimiento sostenibles y con acceso equitativo a la innovación educativa (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2021).

El dinamismo del entorno actual exige un enfoque educativo que no solo transmita conocimientos, sino que también desarrolle competencias clave en los estudiantes. Para ello, se han propuesto modelos educativos que fomentan la autonomía en el aprendizaje, la resolución de problemas y la aplicación del conocimiento en contextos reales (Brunner y Tedesco, 2003). En este contexto, el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (POL) surgen como estrategias innovadoras que permiten abordar los desafíos de la educación en ingeniería.

JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías ha generado un impacto significativo en la industria y la sociedad. La Cuarta Revolución Industrial ha impulsado el uso de inteligencia artificial, manufactura aditiva, *big data* y sistemas ciberfísicos, redefiniendo los modelos de negocio y las demandas del mercado laboral (Rodríguez-Abitia y Bribiesca-Correa, 2021). Sin embargo, la velocidad con la que se actualizan los planes de estudio no resulta suficiente para preparar a los futuros profesionales ante estos cambios, lo que exige la implementación de estrategias educativas complementarias.

El Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) ha demostrado ser una metodología efectiva para el desarrollo de competencias clave, permitiendo resolver desafíos reales, fomentar el pensamiento crítico y aplicar conocimientos en contextos multidisciplinarios (Pinheiro dos Santos et al., 2023). Este enfoque contrasta con la enseñanza tradicional donde el docente es el principal transmisor de información, y coloca al estudiante en el centro del proceso otorgándole un rol activo en la búsqueda, selección y aplicación del conocimiento (Restrepo,

2005).

Por su parte, el Aprendizaje Basado en Proyectos (POL) favorece la vinculación con situaciones del mundo real mediante experiencias desafiantes que fomentan la reflexión y la resolución de problemas (Martinez, 2021). Esta estrategia facilita el desarrollo de competencias profesionales y genera motivación al enfrentar al estudiante a retos innovadores que preparan para un entorno dinámico.

En el ámbito de la educación en ingeniería, la adopción de metodologías activas como el PBL y el POL resulta fundamental para garantizar que los estudiantes tengan habilidades relevantes para el mercado laboral. La implementación de estrategias de planificación continua en la enseñanza de la ingeniería es esencial, considerando que la educación superior debe ajustarse de manera eficiente a los constantes cambios económicos y sociales (Vega-González, 2013). Esto implica fomentar metodologías que potencien el aprendizaje autónomo, el trabajo en equipo y la integración de diversas áreas del conocimiento (Castro-Valle, 2022).

En este contexto, la Comunidad Estudiantil de Innovación Industrial (CEII UNAM) surge como un espacio de trabajo con un enfoque basado en competencias, alineado con el plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Industrial de la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón). Desde su creación, CEII UNAM ha impulsado la formación de estudiantes mediante la implementación del Aprendizaje Basado en Proyectos (POL) y el Aprendizaje Basado en Problemas (POL) para el desarrollo de proyectos de investigación aplicada, que se caracterizan por abordar problemáticas sociales a través de tecnologías de vanguardia como inteligencia artificial, el internet de las cosas o la ciencia de datos (Comunidad Estudiantil de Innovación Industrial [CEII UNAM], 2023).

METODOLOGÍA

El plan de estudios de Ingeniería Industrial en la FES Aragón establece que los estudiantes deben desarrollar 11 competencias clave, conocidas como atributos de egreso. Estas competencias abarcan tanto conocimientos técnicos, como el manejo de software especializado, así como habilidades blandas, tales como la comunicación efectiva y el trabajo en equipo. En particular, el atributo 4 enfatiza la importancia de aplicar el método científico en el desarrollo de investigaciones o proyectos de ingeniería, abordando temáticas emergentes con el objetivo de obtener conclusiones fundamentadas.

A partir de este enfoque, se decidió impulsar proyectos de investigación aplicada que respondan a problemáticas sociales específicas mediante el uso de tecnologías de vanguardia como la inteligencia artificial, la manufactura aditiva, o el procesamiento de información satelital. Estas iniciativas, llevadas a cabo por el capítulo estudiantil CEII UNAM, vinculado a la licenciatura en Ingeniería Industrial, permiten a los estudiantes cubrir el requisito de titulación de horas de formación complementaria.

La Tabla 1 presenta 3 de los proyectos desarrollados en CEII UNAM. Las tecnologías usadas para estos proyectos fueron: inteligencia artificial (visión computacional), manufactura aditiva y procesamiento de información satelital. Se optó estas tecnologías de vanguardia ya que resulta fundamental que las nuevas generaciones de estudiantes STEM en México se involucren activamente en el desarrollo e implementación de innovaciones tecnológicas. De

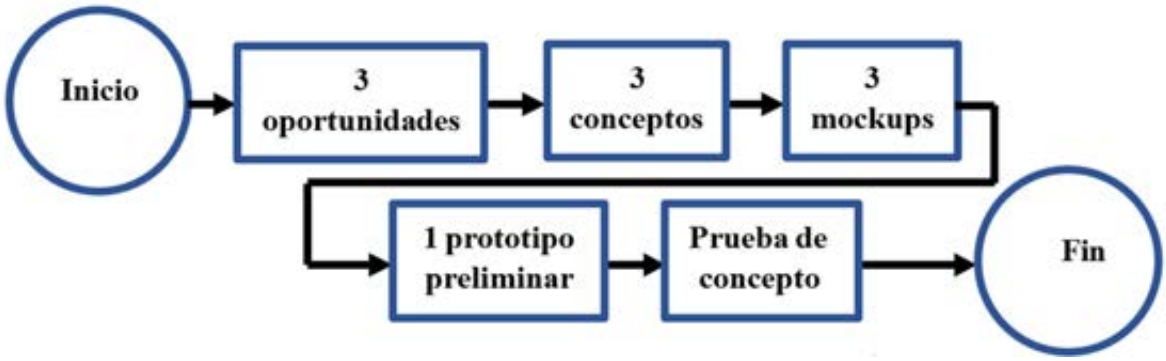
esta manera, los estudiantes se preparan para diseñar y proponer soluciones competitivas tanto a nivel nacional como internacional (Esparza et al., 2023).

Tabla 1. *Proyectos desarrollados por CEII UNAM.*

Proyecto	Traductor de Lengua de Señas Mexicana	Manufactura y adaptación de Prótesis impresa en 3D	Plataforma de visualización de incendios
Periodo de ejecución	De enero de 2024 a junio de 2025	De agosto de 2023 a junio de 2025	De agosto de 2023 a junio de 2025
Total de estudiantes involucrados	5	6	5
Estudiantes actuales	3	3	2
Semestre de integrantes actuales	8°, 6° y 4°	6° y 4°	6°
Carrera de integrantes actuales	Ingeniería Industrial Ingeniería Mecánica Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Industrial	Ingeniería Industrial

La metodología para el desarrollo de los proyectos se basó en el *Crash Course* de Antro Diseño: Herramientas Aplicadas de AntroDiseño para Proyectos de Innovación Temprana en Productos, Servicios y Experiencias (Constanza, 2019). Los pasos principales que se siguieron en esta metodología se presentan en la Figura 1.

Figura 1. *Metodología seguida para el desarrollo de los proyectos de CEII UNAM.*



Fuente: adaptado de Constanza, M. (2019).

El esquema presentado en la Figura 1 es de carácter indicativo, ya que la metodología implementada en cada proyecto sigue un proceso de iteración continua basado en investigación aplicada con un enfoque centrado en el usuario. Además del desarrollo técnico, se realizaron entrevistas semiestructuradas con personas más involucradas en cada área para consultar la pertinencia de las soluciones propuestas.

Para el traductor de Lengua de Señas Mexicana (LSM), se consultó a dos estudiantes de LSM,

lo que permitió comprender mejor el uso de los signos. Para la prótesis impresa en 3D, se contó con la asesoría de una médico cirujana, quien brindó orientación sobre el diseño y la funcionalidad del dispositivo. Finalmente, para la plataforma de visualización de incendios se consultó al Laboratorio Nacional de Observación de la Tierra (LANOT) para recibir retroalimentación general sobre la plataforma y el procesamiento de datos satelitales. Esta metodología centrada en el usuario, además de fortalecer las habilidades técnicas de los estudiantes, también fomenta un desarrollo integral, fortaleciendo las habilidades blandas esenciales en la formación de ingenieros (Zamora et al., 2024).

De los proyectos de la Tabla 1, el Traductor de Lengua de Señas Mexicana (LSM) busca facilitar la comunicación entre personas con discapacidad auditiva y la población en general, a través de un algoritmo de inteligencia artificial. Se inició con una investigación de soluciones existentes a nivel nacional e internacional. Posteriormente, se implementó un modelo de aprendizaje profundo basado en plataformas de código abierto, para reconocer letras individuales del alfabeto en LSM. Durante el curso del proyecto se realizaron entrevistas semiestructuradas con estudiantes de LSM. Actualmente, el algoritmo está en fase de entrenamiento y validación para identificar frases como "buenos días", o “¿Cómo estás?”, con el fin de mejorar su aplicabilidad en escenarios cotidianos.

Respecto al proyecto de fabricación y adaptación de una prótesis de miembro superior mediante impresión 3D, este tiene como objetivo desarrollar dispositivos funcionales mediante el uso de modelos de código abierto y manufactura aditiva. Para esto, se investigó acerca de los modelos de prótesis existentes. Posteriormente, se seleccionó y adaptó el modelo *Kwawu Arm 3.0* (Buchanan, 2022) utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD), con el propósito de ajustarlo a las dimensiones requeridas. Además, se analizó la mejor orientación para la impresión 3D de cada pieza, con el fin optimizar la resistencia estructural y la funcionalidad del dispositivo.

Finalmente, la visualización de incendios fue la primera iniciativa diseñada para integrar a los estudiantes en el ámbito aeroespacial, un sector de creciente relevancia global con potencial estratégico para el desarrollo científico, tecnológico y económico en México. Sin embargo, para aprovechar este potencial, es determinante involucrar a las nuevas generaciones de estudiantes en el sector aeroespacial. (Esparza et al., 2024). Por ello, se desarrolló la plataforma web interactiva *Fire Data* (CEII UNAM, 2023) que permite a los usuarios consultar el historial de incendios en su localidad.

El desarrollo de esta plataforma se realizó empleando datos satelitales del Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), sensor clave en la creación de modelos globales e interactivos que contribuyen a la toma de decisiones en políticas ambientales (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2023).

Inicialmente, se planteó el uso de inteligencia artificial para predecir incendios; sin embargo, tras la asesoría del equipo de LANOT, se optó por modelo de optimización logística, enfocado en generar rutas óptimas de respuesta a incendios. Esta estrategia se alinea con el perfil de egreso de los ingenieros industriales, priorizando la eficiencia operativa en la gestión de emergencias. Actualmente, se trabaja en el diseño de este modelo de optimización en un municipio del Estado de México, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones de las

autoridades locales y la respuesta ante incendios forestales.

En la Figura 2 se muestran imágenes de los proyectos de investigación de CEII UNAM.

Figura 2. *Proyectos de Investigación Aplicada de CEII UNAM.*

Fuente: Proyectos de investigación aplicada del capítulo estudiantil CEII UNAM.

Además de los proyectos de investigación aplicada, que buscan desarrollar soluciones innovadoras a problemáticas sociales específicas, CEII UNAM ha promovido la capacitación en tecnologías de vanguardia a través de cursos intersemestrales. Mientras que los proyectos se centran en la aplicación y desarrollo tecnológico en equipos reducidos, los cursos tienen como objetivo ampliar el alcance de la formación, brindando conocimientos introductorios a un mayor número de estudiantes. Entre julio de 2022 y enero de 2025, se han impartido 15 cursos intersemestrales, con un total de 457 participantes inscritos. En promedio, 30 estudiantes se registran por curso, lo que evidencia un interés constante en la adquisición de nuevas habilidades tecnológicas. El desglose de cursos y participantes por periodo intersemestral se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. *Cursos impartidos por CEII UNAM.*

Periodo de ejecución	Nombre del curso	úmero de inscritos
Julio 2022	1) Introducción a la Programación en MATLAB	51
	2) Fundamentos de Inteligencia Artificial con MATLAB	24
Enero 2023	1) Cómo Crear un Dashboard Utilizando Excel	26
	2) Análisis Básico de Circuitos Eléctricos	10
	3) Fundamentos de Electrónica y Programación con Arduino	22
Julio 2023	1) Introducción a las Ecuaciones Diferenciales	26
	2) Introducción a los Métodos Numéricos	23
	3) Fundamentos de Inteligencia Artificial con MATLAB	26
	4) SolidWorks Nivel Básico	35
	5) SolidWorks Nivel Intermedio	38
Enero 2024	1) Uso de la Inteligencia Artificial en el Sector Aeroespacial	72
	2) Fundamentos de Computer Vision.	38
	3) Introducción a la Seguridad y Salud Ocupacional.	16
	4) Álgebra Express.	21
Enero 2025	1) Del concepto al objeto: Fundamentos de Diseño e Impresión 3D.	29

RESULTADOS

En la Tabla 3 se presenta el estado actual de cada proyecto de investigación, junto con los siguientes pasos a desarrollar, y los resultados esperados de cada uno de los proyectos.

Tabla 3. *Resumen de los Proyectos de Investigación Aplicada de CEII UNAM.*

Proyecto	Estado actual	Siguientes pasos	Resultados esperados
Traductor de Lengua de Señas Mexicana	Se probó un algoritmo que reconoce letras y actualmente se está validando el algoritmo para reconocer frases.	Validar el algoritmo para reconocer frases y entrenarlo vocabulario específico.	Prototipo del Traductor de LSM Artículo de Investigación. Registro de Software ante INDAUTOR.
Manufactura y adaptación de Prótesis impresa en 3D	Se eligió un diseño y se han fabricado las piezas mediante manufactura aditiva. Actualmente se realizan pruebas con el prototipo.	Buscar una alianza estratégica para fabricar y otorgar las prótesis impresas en 3D a personas que requieran una.	Prototipo de prótesis impresa en 3D. Artículo de Congreso.
Plataforma de visualización de Incendios	Se creó la plataforma para visualizar incendios y actualmente se desarrolla un modelo de optimización logística para rutas de respuesta a incendios.	Finalizar el modelo de optimización de rutas de respuesta a incendios.	Modelo de optimización. Artículo de Congreso. Artículo de Investigación.

Por otro lado, además del avance en los proyectos de investigación aplicada, CEII UNAM han tenido participaciones destacadas (nacionales e internacionales) tanto en concursos de innovación, o en eventos académicos. En la Tabla 4 se resumen los resultados obtenidos por CEII UNAM en diversos concursos de innovación.

Tabla 4. *Resultados de CEII UNAM en concursos de innovación.*

Año	País	Nombre del evento	Resultado
2024	México	Climathon UNAM 2024	Finalistas
2023	Inglaterra (virtual)	NASA Space Apps Challenge 2023. Sede Londres (virtual).	Mejor proyecto
2023	México	Rally Latinoamericano de Innovación 2023. Sede FES Aragón.	1er lugar 2do lugar
2022	México	Rally Latinoamericano de Innovación 2022. Sede FES Aragón.	1er lugar

Así mismo, en la Tabla 5 se resumen las participaciones realizadas por CEII UNAM en diversos congresos.

Tabla 5. *Participaciones de CEII UNAM en congresos.*

Año	País	Nombre del evento	Participación
2023	México	2do Congreso Internacional de Ingeniería Industrial	1 ponencia
2022	Corea del Sur	KISS Autumn Conference 2022	1 ponencia
2022	México	1er Congreso Internacional de Ingeniería Industrial	3 ponencias

De igual manera, cuatro integrantes de CEII UNAM han tenido la oportunidad de realizar movilidades académicas (nacionales o internacionales). Dos de estas modalidades han sido en programas dedicados al desarrollo de proyectos de investigación, lo cual ha permitido probar las competencias obtenidas por los estudiantes. En la Tabla 6 se enlistan estas movilidades académicas.

Tabla 6. *Movilidades académicas de integrantes de CEII UNAM.*

Año	País	Institución receptora	Programa
2024	México	Universidad del Caribe	Movilidad Estudiantil Nacional (UNAM - DGECI)
2024	México	Universidad del Caribe	Movilidad Estudiantil Nacional (UNAM - DGECI)
2023	España	Universidad del Caribe	Iniciación a la Investigación (UNAM - DGECI)
2022	Corea del Sur	Dong-A University	Iniciación a la Investigación (UNAM - DGECI)

Finalmente, dada la respuesta recibida de parte de estudiantes de FES Aragón, y de otras instituciones, además de continuar realizando cursos intersemestrales, se crearán recursos digitales disponibles en

línea. De esta forma se brindarán conocimientos introductorios acerca de tecnologías de vanguardia a un mayor número de personas.

CONCLUSIONES

Los proyectos de investigación aplicada desarrollados por CEII UNAM evidencian que el uso del Aprendizaje Basado en Problemas y en Proyectos son estrategias efectivas para reducir la brecha entre la formación académica y el uso de tecnologías de vanguardia. La fabricación de una prótesis mediante impresión 3D, el desarrollo del Traductor de Lengua de Señas Mexicana y la implementación de una plataforma de visualización de incendios han permitido a los estudiantes adquirir conocimientos en tecnologías clave como manufactura aditiva, inteligencia artificial y procesamiento de información satelital.

El impacto de estas iniciativas se refleja en el desarrollo de competencias técnicas, y de habilidades blandas, fundamentales en la formación de profesionales de la ingeniería. Además, los resultados obtenidos muestran que este enfoque incentiva el uso de herramientas tecnológicas de vanguardia para resolver problemas sociales específicos. Por último, se identifica como siguiente paso establecer colaboración con la industria y otras instituciones académicas para ampliar el aprendizaje de los estudiantes, y el alcance de estos proyectos. Sin duda la integración de modelos de aprendizaje basados en retos permite a los futuros profesionales de áreas STEM preparase para enfrentar los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial y contribuir a la solución de problemáticas globales.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce a los integrantes de CEII UNAM por el trabajo realizado en las diferentes áreas del Capítulo Estudiantil. Particularmente a Alan Guijosa, Karina Blanco, Daniela Martínez, Brenda Exiga, Cristian Armenta, Abril Romero, Benjamín Pérez, Luis Argüelles, Manuel Ramírez, Tenoch Huerta, Francisco Galeana, Citlalli Blanco, Jazel Medina, Santiago Márquez y Francisco Murillo, integrantes presentes y pasados de los proyectos de investigación aplicada abordados en este documento. Así mismo, se reconoce y agradece a Eduardo Reyes, Esteban Ramírez, Lilia Labra, Florencia Nares y a Valeria Contreras por el apoyo como asesores externos en dichos proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

Buchanan, J. (2022, enero). *Kwawu Arm 3.0 Socket Version Instruction Guide*. GitHub. https://github.com/JacquinBuchanan/kwawu3Socket/blob/main/Kwawu%203.0%20Socket%20Version%20Instructions.pdf

Brunner, J. J., & Tedesco, J. C. (2003). *Las nuevas tecnologías y el futuro de la educación*. IIPE-UNESCO.

Castro-Valle, L. A. (2022). Aprendizaje basado en proyectos para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Polo del Conocimiento, 7*(6), 2294–2309.

Comunidad Estudiantil de Innovación Industrial (CEII UNAM). (2023, enero). *Investigación*. https://www.ceiiunam.co/investigación

Comunidad Estudiantil de Innovación Industrial (CEII UNAM). (2023, octubre). *Fire Data:*

Plataforma de visualización de incendios forestales desarrollada por CEII UNAM. https://nasa-fire-guardians.vercel.app/map

Constanza, M. (2019). *Crash Course de Antro Diseño: Herramientas aplicadas de AntroDiseño para proyectos de innovación temprana en productos, servicios y experiencias*. Ediciones UC.

Esparza Posadas, M. F., Ramírez Lazos, E., Ávila Esquivel, N., & Zamora Díaz, A. (2023). Plataformas educativas para tecnologías de la industria 4.0: Superando las barreras de entrada en México. *Revista ANFEI Digital, 15*, https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/919

Esparza Posadas, M. F., Zamora Díaz, Á., & Cortés Hernández, M. E. (2024). Panorama global del espacio 4.0: Oportunidades y estrategias para estudiantes STEM en México. *Revista ANFEI Digital, 16*, https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/978

Manzur Quiroga, S. C., Balcázar González, A., & Ponce Cruz, M. (2021). El modelo educativo basado en competencias: Factor clave en la educación superior de las universidades politécnicas de México. *Dilemas contemporáneos: Educación, política y valores, 9*(1). https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i1.2841

Martínez Valdés, M. G. (2021). Aprendizaje basado en proyectos como estrategia de formación profesional. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12*(23). https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1093

National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2023). *MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)*. https://modis.gsfc.nasa.gov/

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2021). *Estrategia de la UNESCO sobre la innovación tecnológica en la educación (2022–2025)*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378847_spa

Pinheiro dos Santos, B. R., Moro Cabero, M. M., & Damian, I. P. M. (2023). Aprendizaje basado en problemas: Una estrategia pedagógica para la enseñanza en las ciencias de la información y documentación. *Palabra Clave (La Plata), 13*(1). https://doi.org/10.24215/18539912e197

Restrepo Gómez, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores, 8*, 9–19. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83400803

Rodríguez-Abitia, G., & Bribiesca-Correa, G. (2021). Assessing digital transformation in universities. *Future Internet, 13*(2), 52. https://doi.org/10.3390/fi13020052

Rodríguez-Abitia, G., & Kriscautzky Laxague, M. (2018). Integración de tecnologías de información y comunicación en la educación superior: Un modelo para clasificar las IES a partir de un estudio cualitativo. *TIES. Revista de Tecnología e Innovación en Educación*

Superior, 1. https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2018.1.5

Rojo Chávez, L. E., González Garibay, V., Obregón Lemus, A. M., Sierra González, R., & Sosa Ramírez, K. P. (2018). ABC de la evaluación de planes de estudio en la educación superior. *Revista Digital Universitaria (RDU), 19*(6). https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n6.a4

Vega-González, L. R. (2013). La educación en ingeniería en el contexto global: Propuesta para la formación de ingenieros en el primer cuarto del siglo XXI. *Ingeniería, Investigación y Tecnología, 14*(2). https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72235-2

Zamora Díaz, Á., Ávila Esquivel, N., Esparza Posadas, M. F., & Cortés Hernández, M. E. (2024). Habilidades blandas en la formación de ingenieros industriales: Perspectivas desde el contexto académico y laboral. *Revista ANFEI Digital, 16*. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/973

EL LIDERAZGO FEMENINO EN EL TRABAJO EN EQUIPO: EXPERIENCIAS DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

FEMALE LEADERSHIP IN TEAMWORK: EXPERIENCES OF ENGINEERING STUDENTS

V. Hernández García[1]
V. Hernández García[2]
P. Hernández García[3]
D. P. González Mina[4]

RESUMEN

En cada aula existe una convergencia de distintas personalidades que inicia con la persona que está a cargo del alumnado y que es guía del curso (docente), y se complementa con cada persona que se encuentra inscrita (alumnado). En las carreras de Ingeniería, comúnmente el porcentaje de mujeres es menor a comparación del total de hombres, aunque en algunos cursos, esto pudiese ser distinto; independientemente de la cantidad de mujeres en un curso, no se garantiza que las alumnas asuman el rol de liderazgo al momento de realizar las actividades planeadas en equipo. Este trabajo de investigación propone como estrategia, considerar a la mujer como líder de equipo en los trabajos dentro de un curso. Esto generará ventajas, tales como la normalización del rol de liderazgo de la mujer frente a sus colegas, la seguridad de la mujer al ejercer este rol; y retos para todos los involucrados, como el manejo del grupo cuando el hombre desea realizar este rol y el entendimiento de la importancia del apoyo frente a esta propuesta. Esta propuesta se llevó a cabo en un curso en la carrera de Ingeniería Mecánica Administrativa de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y se muestran los hallazgos y resultados encontrados.

ABSTRACT

In every classroom, there is a convergence of different personalities, beginning with the person in charge of the students and leading the course (teacher) and complemented by each person enrolled (students). In engineering programs, the percentage of women is typically lower than the total number of men, although this may be different in some courses. Regardless of the number of women in a class, it is not guaranteed that female students will assume leadership roles when carrying out team activities. This research proposes a strategy to consider women as team leaders in coursework. This will generate advantages, such as normalizing women's leadership roles among their colleagues and increasing women's confidence in exercising this role. It also presents challenges for all involved, such as managing the group when a man chooses to fulfill this role and understanding the importance of support for this proposal. This proposal was carried out in a course in the Administrative Mechanical Engineering program at the Autonomous University of San Luis Potosí, and the findings and results are presented.

ANTECEDENTES

El trabajo en equipo es un pilar fundamental en la ingeniería, donde la colaboración y la combinación de diferentes habilidades y perspectivas resultan en soluciones innovadoras y eficientes. En este contexto, el liderazgo es un elemento crucial que coordina y motiva a los integrantes de un equipo hacia el logro de sus objetivos. Según un artículo publicado por la Asociación de Emprendedores de México (ASEM, 2025), los equipos liderados por mujeres tienden a ser más inclusivos y fomentan una cultura de trabajo más colaborativa. Esto no solo aumenta la retención de talento, sino que también mejora la satisfacción de sus superiores.

[1] Profesor de Tiempo Completo, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, vicente.hernandez@uaslp.mx
[2] Profesora Hora Clase, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, veronica.garcia@uaslp.mx
[3] Profesora de Tiempo Completo, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, patricia.hernandez@uaslp.mx
[4] Profesora Hora Clase, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, mdh.daira@gmail.com

Además, un informe de la consultora McKinsey & Company (2020) menciona que las empresas con equipos diversos en género tienen un 21% más de probabilidad de superar a sus competidores en rentabilidad.

El liderazgo en un equipo dentro del aula se manifiesta a través de una comunicación efectiva, donde se asegura que todos los involucrados comprendan sus roles y metas, además de fomentar el intercambio de ideas para solucionar las tareas que se les encomiendan. Maneja los conflictos de manera constructiva, buscando soluciones beneficiosas para el grupo, y sabe delegar tareas de acuerdo con las fortalezas individuales, garantizando una organización eficiente. Su empatía y disposición para ayudar crean un ambiente inclusivo y colaborativo. Asimismo, se compromete con el éxito del equipo y asume la responsabilidad de sus acciones, actuando como modelo de ética y profesionalismo. Estas cualidades permiten que la persona que asuma este rol se destaque como líder y contribuya al éxito colectivo.

De esta forma, surgen algunas preguntas que se plantean como guías dentro de esta investigación, ¿Cómo podría impactar al desempeño del grupo al otorgarle el liderazgo a las mujeres? ¿Las mujeres se proponen por sí solas para asumir el rol de liderazgo en un equipo compuesto por hombres y mujeres? ¿De qué forma el docente puede otorgar los roles de liderazgo a mujeres dentro del aula y que sea aceptado por el grupo? ¿Qué resultados tendrán los equipos cuando una alumna asuma el rol de liderazgo?

Para responder a estas incógnitas, se aplicará este caso a un grupo que se ofrece en la carrera de Ingeniería Mecánica Administrativa para tener una muestra piloto, entender el contexto, hacer observaciones y mejorar la propuesta. Se optó por realizarlo en un solo grupo para tener la dirección y el control de los involucrados, diseñar de manera correcta las actividades, tener un acercamiento con el alumnado para entender los comentarios recolectados y aportarles una guía adecuada en su proceso de aprendizaje. Ya que, al abrirlo a más de un grupo, deberían abordarse más temas, la cantidad de alumnado, y por ende, personalidades, esto generaría más variación en la muestra, encontrando posiblemente más casos particulares en cada alumno o alumna.

Diversos estudios han demostrado que la diversidad de género en los roles de liderazgo puede enriquecer la dinámica del equipo y promover una cultura de inclusión y equidad. Las mujeres en roles de liderazgo aportan diferentes perspectivas y enfoques, lo que puede resultar en una mejor toma de decisiones y una mayor innovación.

METODOLOGÍA

Para abordar este problema y ofrecer una solución adecuada, el primer paso fue identificar la percepción actual del grupo frente al rol de liderazgo de la mujer, además de conocer algunos aspectos generales de cada alumno, es decir, obtener un diagnóstico sobre el estado previo a la aplicación de esta propuesta; este sirvió como parámetro inicial.

Para obtenerlo se decidió utilizar la técnica nominal de grupo y para enriquecerlo se propuso aplicarlo con el apoyo de la tecnología, esta técnica es un método estructurado que permite la generación y priorización equitativa de ideas entre los miembros de un grupo; asegurar una participación igualitaria, minimizando la influencia de personalidades dominantes y promoviendo una mayor diversidad de ideas. Además, el uso de las herramientas

tecnológicas, facilitan la recopilación, análisis y priorización de ideas, mejorando la eficiencia y transparencia del proceso (Delbecq et al., 1975).

Para desarrollar la técnica nominal de grupo con apoyo de la tecnología se propone seguir los siguientes pasos: Primero, crear un formulario en Microsoft Forms con una serie de preguntas relacionadas con el tema, se deberán incluir campos de respuesta abierta para que los estudiantes puedan compartir sus ideas y experiencias de manera individual y en silencio. Segundo, compartir el formulario con los estudiantes y solicitar que lo completen de forma anónima. Tercero, recopilar todas las respuestas y exportar los datos a una hoja de cálculo de Excel para analizarlos. Cuarto, en clase, presentar un resumen de las respuestas y promover una discusión grupal sobre las ideas recopiladas, permitiendo que los estudiantes aclaren y elaboren sus puntos de vista. Quinto (optativo), utilizar una pregunta de votación en Microsoft Forms para que los estudiantes prioricen las ideas y experiencias más relevantes.

Una vez obtenido este diagnóstico, se procedió al conteo de los resultados para tener el parámetro inicial y se identificaron algunos puntos clave que ayudaron a llevar un mejor manejo de grupo, ubicar los retos y conocer el contexto del alumnado. Como segundo paso, se procedió al diseño de actividades orientadas al otorgamiento de liderazgo a las alumnas para el trabajo en equipo, para conseguirlo se aborda a Bowen (2019) quien destaca la importancia de la colaboración y el trabajo en equipo en el aula para enriquecer la experiencia educativa de los estudiantes.

Aunque Bowen (2019) subraya la importancia de reducir el uso excesivo de la tecnología en el aula para fomentar la colaboración y el trabajo en equipo, es fundamental reconocer que una integración controlada y dirigida de la tecnología puede ofrecer numerosos beneficios. Según López (2019), el uso adecuado de herramientas tecnológicas puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, facilitar la colaboración y proporcionar acceso a recursos innovadores y actualizados. Por lo tanto, es esencial equilibrar el uso de la tecnología con actividades que promuevan la interacción y el liderazgo estudiantil, asegurando que los estudiantes puedan aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la tecnología sin comprometer la calidad de la colaboración y el aprendizaje colaborativo.

Para aprovechar los recursos disponibles y enriquecer la experiencia educativa, es fundamental diseñar actividades que integren tanto herramientas tecnológicas como métodos tradicionales de aprendizaje. Al implementar actividades con y sin tecnología, los profesores pueden ayudar a los estudiantes a comprender el valor y la utilidad de las tecnologías modernas, mientras desarrollan habilidades esenciales como la colaboración, la comunicación cara a cara y el pensamiento crítico. Esta combinación permite a los estudiantes no solo beneficiarse de las ventajas de la tecnología, sino también reconocer cuándo es más efectivo dejarla de lado para potenciar otras habilidades fundamentales para su desarrollo académico y personal. En este enfoque balanceado, los alumnos pueden descubrir un aprendizaje holístico y adaptarse mejor a las demandas del mundo moderno.

Además de los beneficios de un enfoque balanceado del uso de la tecnología en el aula, como se mencionó anteriormente, el aprendizaje cooperativo propuesto en la obra "Cooperative Learning in the Classroom" (Johnson et al., 1994) ofrecen estrategias esenciales para fomentar el trabajo en equipo. Estas técnicas no solo promueven la colaboración, sino que

también desarrollan habilidades interpersonales cruciales entre los estudiantes. Al combinar actividades tecnológicas controladas con métodos cooperativos, los profesores pueden crear un entorno de aprendizaje dinámico donde los estudiantes aprenden a valorar y aprovechar tanto las herramientas digitales como las interacciones directas. Este enfoque integral permite que los alumnos comprendan mejor cuándo y cómo utilizar la tecnología de manera efectiva, al tiempo que fortalecen sus habilidades colaborativas y sociales.

Asimismo, las estructuras cooperativas de Kagan (2009), presentadas en su obra "Kagan Structures," ofrecen técnicas específicas diseñadas para fomentar el trabajo en equipo y la colaboración en el aula. Kagan (2009) propone métodos prácticos como "Think-Pair-Share" que permiten a los estudiantes interactuar y aprender activamente unos de otros. Integrar estas estructuras con actividades que equilibren el uso de la tecnología y métodos tradicionales puede resultar en un entorno de aprendizaje más efectivo y dinámico. Al aplicar las estrategias de Kagan (2019) junto con las propuestas de Bowen (2019) y Johnson et al., (1994) se potencia una enseñanza integral que no solo desarrolla habilidades académicas y tecnológicas, sino también competencias sociales y colaborativas, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos tanto en el ámbito educativo como en su vida cotidiana.

Por otro lado, existen varios estudios y proyectos que han explorado el aprendizaje cooperativo y su impacto positivo en el aula. Por ejemplo, el Método de Aprendizaje Cooperativo de Johnson et al., (1994) se centra en la colaboración y el trabajo en equipo, donde los estudiantes trabajan juntos para alcanzar objetivos comunes. Este método puede ser adaptado para incluir un enfoque de liderazgo femenino, donde las mujeres estudiantes asumen roles de liderazgo dentro del equipo. Además, investigaciones como las de Carrasco Sáez y Barraza Rubio (2021) han analizado el liderazgo femenino en el contexto educativo, destacando cómo las mujeres pueden empoderar a sus compañeros y fomentar un ambiente colaborativo. Estos estudios subrayan la importancia de integrar diversas estrategias y enfoques para potenciar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades sociales y académicas.

Hay varios trabajos de investigación y proyectos que abordan el liderazgo de alumnas en equipos dentro del aula. Por ejemplo, el artículo "Evaluando el liderazgo educativo centrado en los aprendizajes del alumnado" de Sarasola Bonetti y Da Costa (2016) publicado en la revista Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú, analiza cómo el liderazgo educativo influye en los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Aunque no se centra exclusivamente en el liderazgo de alumnas, proporciona una base sólida sobre la importancia del liderazgo estudiantil en general.

Otro ejemplo es el de "Prácticas de liderazgo directivo y resultados de aprendizaje" de la Red Iberoamericana de Investigación sobre Cambio y Eficacia Escolar -REICE, que investiga cómo las prácticas de liderazgo directivo impactan en los resultados de aprendizaje de los alumnos. Este proyecto también puede ofrecer valiosas ideas sobre cómo integrar el liderazgo de alumnas en equipos dentro del aula.

Considerando estos trabajos se pueden establecer las bases para realizar algunas actividades que puedan ayudar a plantear los escenarios correctos en la búsqueda de dar respuesta a los objetivos y preguntas que dieron origen a esta propuesta. Ante esta posibilidad, se debe profundizar más sobre las Estructuras Cooperativas de Kagan agregando un enfoque con

liderazgo femenino y por esto se desarrollan las siguientes propuestas que ayudarán a fortalecer la metodología propuesta.

Entendiendo lo anterior, se propone utilizar el Método de Aprendizaje Cooperativo el cual ya fue descrito de manera general, pero se crearán propuestas de actividades que tengan esta metodología, las cuales ayudarán a clarificar el uso del método.

Por último, al finalizar, se volverá a utilizar la técnica nominal de grupo con apoyo de la tecnología, para obtener los resultados de la actividad, y medir contra el parámetro inicial para describir las conclusiones.

RESULTADOS

Iniciando con la percepción actual, se aplicó la técnica nominal de grupo con apoyo de la tecnología y aquí se muestran los resultados, se encontraron 5 ideas fundamentales, las cuales se describen a continuación:

1. Estilos de liderazgo: Se suele pensar que los hombres tienden hacia un estilo de liderazgo más autoritario o directivo, mientras que las mujeres pueden ser percibidas como más colaborativas y empáticas. Sin embargo, ambos géneros pueden adoptar y combinar distintos estilos de liderazgo.

2. Expectativas y estereotipos: Culturalmente, se ha esperado que los hombres sean más asertivos y dominantes, mientras que se espera que las mujeres sean más cuidadosas y comunicativas. Estos estereotipos pueden influir en cómo se percibe y se juzga su liderazgo.

3. Desafíos y obstáculos: Las mujeres líderes pueden enfrentar más resistencia o escepticismo debido a prejuicios de género. Es posible que deban demostrar repetidamente su competencia y capacidad para ser aceptadas como líderes efectivas.

4. Comunicación: Las mujeres líderes pueden ser más propensas a fomentar la participación de todos los miembros del equipo y a crear un ambiente inclusivo. Los hombres, por otro lado, pueden ser percibidos como más directos en su comunicación.

5. Gestión de conflictos: Las mujeres pueden ser vistas como más hábiles para manejar conflictos de manera constructiva y encontrar soluciones consensuadas. Los hombres podrían ser percibidos como más dispuestos a tomar decisiones rápidas y definitivas.

Una vez que se tiene esta información como parámetro inicial, se diseñaron las actividades pensando en cambiar esta percepción encontrada en los grupos y con base en el Método de Aprendizaje Cooperativo para fomentar el liderazgo de las alumnas en el aula se utilizaron las siguientes actividades propuestas por Kagan pero dando un enfoque de liderazgo femenino para aplicarlas en un curso de contabilidad administrativa a nivel ingeniería:

1. Ponte en pié y Saluda (Stand Up, Hand Up, Pair Up)
Esta estructura promueve la interacción y la creación de conexiones entre los estudiantes.
Implementación: Se pide a los estudiantes que se levanten y busquen una pareja levantando la mano.

Rol de Liderazgo Femenino: Se asigna a una estudiante como líder para facilitar la actividad, asegurando que todos los estudiantes se emparejen y se sientan incluidos.

2. Rondas de Equipo (Team Rounds)
Esta estructura fomenta la discusión y la colaboración en equipo.
Implementación: Se divide a la clase en equipos pequeños. Cada equipo tiene un tema o problema que discutir.
Rol de Liderazgo Femenino: Se designa a una mujer como líder de cada equipo para moderar la discusión, asegurando que todas las voces sean escuchadas y que la discusión se mantenga enfocada.

3. Lápices al Centro (Pencils in the Middle)
Esta estructura se utiliza para resolver problemas en equipo.
Implementación: Los estudiantes ponen sus lápices en el centro de la mesa y discuten el problema hasta llegar a una solución conjunta.
Rol de Liderazgo Femenino: Se asigna a una estudiante como líder para guiar la discusión, promover la colaboración y asegurarse de que todos participen antes de escribir la solución.

4. Encuentro de expertos (Numbered Heads Together)
Esta estructura se centra en la responsabilidad individual y colectiva.
Implementación: Se asigna un número a cada estudiante dentro de un equipo. Plantea una pregunta y da tiempo para que discutan. Luego, llama a un número y el estudiante con ese número debe responder.
Rol de Liderazgo Femenino: Se nombra a una mujer como líder del equipo para coordinar la discusión, asegurarse de que todos entiendan la pregunta y estén preparados para responder.

5. Rompecabezas (Jigsaw)
Esta estructura divide la tarea en partes que deben ser trabajadas individualmente y luego compartidas en el grupo.
Implementación: Se divide un tema en subtemas y asigna a cada estudiante un subtema. Después de investigar, los estudiantes se reúnen para compartir y enseñar a los demás.
Rol de Liderazgo Femenino: Se designa a una estudiante como líder para coordinar la división de tareas, supervisar el progreso y facilitar la reunión final donde se compartan los aprendizajes.

6. Círculo de Líderes (Leadership Circle)
Esta estructura promueve el desarrollo de habilidades de liderazgo.
Implementación: Se organiza a los estudiantes en un círculo y plantea un tema o problema. Cada estudiante tiene la oportunidad de liderar la discusión durante un período de tiempo.
Rol de Liderazgo Femenino: Se enfatiza la importancia de que las mujeres asuman el rol de liderazgo en cada sesión, brindándoles la oportunidad de desarrollar y mostrar sus habilidades de liderazgo.

En general, debe establecerse la importancia de la implementación en un curso de ingeniería y deben contemplarse en todo momento, los siguientes puntos:

Asignación de Roles: En cada sesión de clase, se asignan roles de liderazgo a mujeres estudiantes de manera rotativa para que todas tengan la oportunidad de liderar.

Capacitación en Liderazgo: Se ofrece talleres o sesiones de capacitación en liderazgo específicamente dirigidos a mujeres estudiantes para fortalecer sus habilidades y confianza.

Evaluación y retroalimentación: Se proporciona retroalimentación constructiva a las líderes después de cada actividad, destacando sus fortalezas y áreas de mejora.

Estas estructuras cooperativas no solo fomentan el trabajo en equipo, sino que también permiten que las mujeres estudiantes asuman roles de liderazgo, desarrollen sus habilidades y promuevan una cultura de inclusión y equidad en el aula.

Además, debe considerarse la implementación de proyectos en grupo, debates estructurados, talleres de solución de problemas, paneles de discusión, dinámicas de juegos de roles, estudios de caso, lluvia de ideas colaborativa, simulaciones de proyectos, jornadas de innovación y proyectos de servicio comunitario en el ámbito de la ingeniería debe incluir una rotación de liderazgo equitativa. Es fundamental que se asignen roles de liderazgo tanto a hombres como a mujeres, pero se debe dar una atención particular a la participación de las alumnas mujeres.

Como ya se ha mencionado, esta estrategia no solo promueve la igualdad de género, sino que también enriquece el proceso de aprendizaje al aprovechar las diversas perspectivas y habilidades que cada estudiante puede aportar. Al garantizar que las mujeres tengan la oportunidad de liderar en diferentes contextos, se fomenta un entorno inclusivo que empodera a todas las estudiantes, aumentando su confianza y preparándolas para enfrentar los desafíos del mundo profesional.

Estas actividades se diseñaron considerando el momento específico de su aplicación. Para ello se tuvieron en cuenta varios factores: la asistencia del alumnado hasta ese momento, con el fin de fomentar la responsabilidad y el compromiso de los temas vistos; el contexto externo y la carga de trabajo, con el propósito de identificar el estado emocional y el nivel de estrés de los alumnos; y los grupos de amistades que conviven dentro del aula, ya que su dinámica podía facilitar su manejo. Antes de abordar un tema, s definía la actividad a realizar y se asignaban posibles roles, teniendo en cuenta estos factores, para asegurar el éxito de la actividad.

Al finalizar el curso, se midió nuevamente la percepción del rol de liderazgo entre un alumno y una alumna entendiendo que los parámetros iniciales respondían a estereotipos de género y expectativas culturales, pero se debía evaluar al finalizar el curso puesto que ya tenían experiencia normalizada en actividades donde la mujer tenía este rol de liderazgo en particular debido a la aplicación de esta propuesta.

Para poder identificar si habían cambiado las percepciones iniciales, se utilizó nuevamente la técnica nominal de grupo con apoyo de la tecnología basándose en Microsoft Forms, obteniendo resultados favorables, ya que de manera general sí se mostró un cambio de paradigma, ahora de manera general, el alumnado conocía como se trabaja con una alumna

como líder y entendió la importancia de que exista esta normalización, incluso alumnas que eran renuentes en tomar este rol, se mostraron más seguras en sus respuestas al entender que es algo normal y que podían realizarlo sin problema alguno, incluso ya en los ejercicios finales, se trataba de elegir a una mujer como líder de manera natural. En seguida se muestran las respuestas finales obtenidas mediante la técnica nominal de grupo.

Estilos de liderazgo: Es importante reconocer que ambos géneros pueden adoptar y combinar distintos estilos de liderazgo. Sin embargo, favorecer el liderazgo femenino puede enriquecer los equipos con un enfoque más inclusivo y colaborativo.

Expectativas y estereotipos: Al favorecer el liderazgo femenino, se desafían los estereotipos y se promueve una visión más equilibrada y justa del liderazgo.

Desafíos y obstáculos: Con el apoyo de compañeros masculinos que reconocen el valor del liderazgo femenino, los desafíos y obstáculos pueden reducirse significativamente.

Comunicación: Las mujeres líderes suelen fomentar la participación de todos los miembros del equipo y crear un ambiente inclusivo. Esta habilidad para involucrar a todos contribuye a una mayor cohesión y eficiencia del equipo. Los hombres, apoyan esta dinámica y se benefician de un estilo de comunicación más inclusivo.

Gestión de conflictos: Las mujeres pueden ser vistas como más hábiles para manejar conflictos de manera constructiva y encontrar soluciones consensuadas. Con la experiencia y el apoyo de sus compañeros masculinos, estas capacidades pueden ser aún más efectivas, promoviendo un entorno de trabajo armonioso y productivo.

CONCLUSIONES

El liderazgo conducido por mujeres en equipos de ingeniería no solo es beneficioso, sino esencial para fomentar una cultura de trabajo más inclusiva, innovadora y efectiva. A medida que la industria de la ingeniería continúa evolucionando, es crucial reconocer y valorar el impacto positivo del liderazgo femenino en el trabajo en equipo.

Con el tiempo y el apoyo adecuado, es probable que los estudiantes hombres desarrollen una mayor apreciación y respeto por el liderazgo femenino, contribuyendo a un entorno académico más inclusivo y equitativo.

Al promover una cultura de diversidad e inclusión, se preparará a los estudiantes para colaborar eficazmente en entornos profesionales diversos y multiculturales.

Existen numerosas ventajas de tener líderes mujeres en el salón de clases, especialmente en campos como la ingeniería.

Algunas de las principales ventajas:

1. Diversidad de Perspectivas

Enriquecimiento de ideas: Las mujeres aportan diferentes enfoques y soluciones a los problemas, enriqueciendo el proceso de toma de decisiones y la creatividad del grupo.

Inclusión de varios puntos de vista: Fomenta un ambiente donde todos los estudiantes se sienten valorados y escuchados.

2. Modelos a Seguir
Inspiración y motivación: Las mujeres líderes sirven como modelos a seguir para otras estudiantes, inspirándolas a asumir roles de liderazgo y a perseguir sus objetivos académicos y profesionales.
Promoción de la igualdad de género: Contribuyen a romper estereotipos de género y a promover la igualdad dentro del salón de clases y más allá.

3. Mejora de Habilidades de Comunicación
Empatía y escucha activa: Las mujeres líderes tienden a ser buenas comunicadoras, facilitando la resolución de conflictos y promoviendo la cohesión del equipo.
Fomento de un ambiente de colaboración: La empatía y la capacidad de escucha activa de las mujeres líderes ayudan a crear un ambiente donde todos los miembros del equipo se sienten cómodos al compartir sus ideas y opiniones.

4. Desarrollo de Habilidades de Liderazgo
Capacitación y oportunidades: Ofrecer roles de liderazgo a mujeres estudiantes les proporciona la oportunidad de desarrollar y fortalecer sus habilidades de liderazgo, preparándolas para futuros roles profesionales.
Fomento de la autoconfianza: Asumir roles de liderazgo ayuda a las mujeres a ganar confianza en sí mismas y en sus capacidades.

5. Mejora del Rendimiento Académico
Motivación y apoyo: Las mujeres líderes pueden motivar y apoyar a sus compañeros de clase, promoviendo un ambiente de aprendizaje positivo y colaborativo.
Organización y planificación: Tienden a ser organizadas y a planificar de manera efectiva, lo que puede mejorar la eficiencia y el rendimiento del equipo.

6. Reducción de Sesgos y Estereotipos
Normalización del liderazgo femenino: Al ver a mujeres en roles de liderazgo, tanto hombres como mujeres comienzan a cuestionar y reducir los sesgos y estereotipos de género.
Cambio cultural: Contribuyen a un cambio cultural dentro de la facultad, promoviendo la diversidad y la inclusión en todos los niveles.

7. Preparación para el Mundo Profesional
Simulación de ambientes laborales: Tener mujeres en roles de liderazgo dentro del aula prepara a todos los estudiantes para ambientes laborales más diversos e inclusivos.
Equipos más fuertes y eficaces: La diversidad en el liderazgo a menudo resulta en equipos más fuertes y eficaces, una habilidad esencial en la ingeniería y otros campos técnicos.

Estas ventajas demuestran la importancia y el impacto positivo de tener mujeres en roles de liderazgo dentro del salón de clases, contribuyendo al desarrollo de un entorno académico más equitativo y enriquecedor para todos los estudiantes.

El liderazgo femenino en equipos de ingeniería trae consigo numerosos beneficios. Las mujeres líderes tienden a ser más empáticas y comunicativas, lo cual facilita la resolución de conflictos y mejora la cohesión del equipo. Además, la presencia de mujeres en roles de liderazgo introduce una diversidad de pensamiento que puede llevar a soluciones más creativas e innovadoras. Las mujeres en posiciones de liderazgo también actúan como modelos a seguir, inspirando a otras mujeres a asumir roles similares y promoviendo la igualdad de género en la ingeniería. Estas actividades no solo fomentan el liderazgo compartido entre hombres y mujeres, sino que también promueven la colaboración, el respeto mutuo y el desarrollo de habilidades de liderazgo en todos los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación de Emprendedores de México (ASEM). (2025). *Empresas renovadas: el impacto del liderazgo de la mujer*. Recuperado de https://asem.mx/blog_asem/empresas-renovadas-el-impacto-del-liderazgo-de-la-mujer/

Bowen, J. A. (2012). *Teaching Naked: How Moving Technology Out of Your College Classroom Will Improve Student Learning*. Jossey-Bass.

Carrasco Sáez, A., & Barraza Rubio, D. (2021). *Una aproximación a la caracterización del liderazgo femenino: el caso de directoras escolares chilenas*. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 26(90), 887-910. Recuperado en 5 de febrero de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662021000300887&lng=es&tlng=.

Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H., & Gustafson, D. H. (1975). *Group Techniques for Program Planning: A Guide to Nominal Group and Delphi Processes*. Scott, Foresman and Company.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1994). *Cooperative Learning in the Classroom*. Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).

Kagan, S. (2009). *Kagan Structures: A Miracle of Active Engagement*. Kagan Publishing.

López, M. (2019). *El impacto de las herramientas tecnológicas en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes*. Revista de Educación y Tecnología, 10(19), 45-58.

McKinsey & Company. (2020). *Diversity wins: How inclusion matters*. Recuperado de https://www.mckinsey.com/featured-insights/diversity-and-inclusion/diversity-wins-how-inclusion-matters

Sarasola Bonetti, M., & Da Costa, C. (2016). *Evaluando el liderazgo educativo centrado en los aprendizajes del alumnado*. Educación, Pontificia Universidad Católica del Perú.

ESTRATEGIA PARA EL FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO DE MUJERES ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

STRATEGY FOR THE STRENGTHENING AND DEVELOPMENT OF FEMALE ENGINEERING STUDENTS

E. Escalona Gómez[1]
J. García Zárraga[2]
F. Gutiérrez Flores[3]
A. De La Cruz Osorio[4]

RESUMEN

La brecha de género sigue siendo un desafío. Según datos del Banco Mundial, en México menos de una de cada tres personas graduadas en carreras STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) es mujer. Ante esta situación, se plantea la necesidad de implementar estrategias que fomenten la integración y permanencia femenina en las ingenierías. Este estudio se enfocó en identificar la percepción de las habilidades analíticas de pensamiento, liderazgo e interés en la movilidad internacional a través de intercambios en línea, entre mujeres estudiantes y egresadas de ingeniería de la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón). Se diseñó un instrumento con 24 preguntas de corte cuantitativo y cualitativo, que se aplicó en enero de 2025. Además, se realizó una investigación sobre estrategias dirigidas a reducir la brecha de género en ingeniería. A partir de los hallazgos, se propone un programa para atraer, retener y acompañar a las estudiantes de ingeniería, potenciar su formación y fomentar la igualdad de género en este ámbito. Su implementación está prevista para agosto de 2025, con la generación 2026.

ABSTRACT

The gender gap remains a challenge. According to World Bank data, in Mexico less than one out of every three STEM (science, technology, engineering and mathematics) graduates is a woman. Given this situation, there is a need to implement strategies to promote the integration and permanence of women in engineering. This study focused on identifying the perception of analytical thinking skills, leadership and interest in international mobility through online exchanges, among female engineering students and graduates of the Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragon). An instrument with 24 quantitative and qualitative questions was designed and applied in January 2025. In addition, research was conducted on strategies aimed at reducing the gender gap in engineering. Based on the findings, a program is proposed to attract, retain and support female engineering students, enhance their training and promote gender equality in this field. Its implementation is planned for August 2025, with the 2026 generation.

ANTECEDENTES

Según datos del Banco Mundial, “en México, menos de 1 de cada 3 graduados en STEM es mujer. Como resultado, las mujeres profesionistas tienen menor presencia en áreas como ingeniería, manufactura, tecnologías de la información, entre otras” (Martínez, 2024). Esta disparidad también se refleja en la FES Aragón, donde la matrícula de ingeniería está conformada en un 83.3% por hombres y solo un 16.7% por mujeres. Estas cifras evidencian

[1] Profesora de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. estelaescalonac9@aragon.unam.mx
[2] Jefe de Carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. electricaelectronica@aragon.unam.mx
3 Profesor de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. fidelgutierrezguf@aragon.unam.mx
4 Profesora de Asignatura en la Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México. aracelidelacruz3b2@aragon.unam.mx

la persistente brecha de género en el ámbito de la ingeniería, lo que subraya la necesidad de promover estrategias que fomenten una mayor participación femenina en estas disciplinas.

Por lo anterior, y en concordancia con lo planteado por Navarrete et al. (2024), resulta fundamental cuestionar: "¿Qué estrategias han puesto en práctica las instituciones de educación superior para incrementar el ingreso y lograr la permanencia de las mujeres en las carreras de ingeniería?". Este cuestionamiento invita a reflexionar sobre las acciones implementadas para reducir la brecha de género en STEM, así como identificar áreas de oportunidad que permitan fortalecer la equidad y la inclusión en estos campos del conocimiento.

Durante 2024 la FES Aragón inició la propuesta de De la Cruz, et al. (2024), para:

Crear un programa piloto, dirigido a las estudiantes de ingeniería mecánica, con la intención de consolidar habilidades blandas, el desarrollo de habilidades gerenciales, adicional a la asignatura optativa "Desarrollo de Habilidades Gerenciales"; así como lo hizo el Reino Unido, al generar una red de ingenieras mecánicas destacadas que estimule, apoye y asesore a estudiantes.

Es conveniente precisar, tal como lo identificaron Neri y Hernández (2019), que "algunas de las competencias más relevantes exigidas por el mercado laboral y la sociedad en general son las "no cognitivas" o las habilidades "blandas", las cuales han sido incorporadas en las mallas curriculares de las distintas ingenierías de la División de Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías de la FES Aragón. Sin embargo, los mismos autores advierten que "no todos los jóvenes que egresan de las carreras universitarias consiguen el nivel de competencias que demandan los sectores de la sociedad, mismas que son requeridas por los empleadores a mediano y largo plazo".

En este sentido, resulta crucial fortalecer la formación integral de la comunidad estudiantil, ya que, como señala el INDEED (2022), "las empresas que buscan contratar desean empleados que posean el conocimiento necesario para poner en práctica las habilidades analíticas de pensamiento". Esto resalta la importancia de que las instituciones de educación superior no solo impartan conocimientos técnicos, sino que también promuevan el desarrollo de competencias transversales que faciliten la inserción y permanencia de los egresados en el ámbito laboral. En este contexto, es de suma importancia dar seguimiento a la propuesta de De la Cruz et al. (2024) e incentivar y aumentar la participación de mujeres (aspirantes, estudiantes y egresadas) en las distintas ingenierías en un contexto global, además de ayudarles a fortalecer diversas habilidades.

Por lo anterior, para este estudio se han considerado los siguientes objetivos:

- Identificar la percepción de las habilidades analíticas de pensamiento (HAP) entre mujeres estudiantes y egresadas de ingeniería, a través de una encuesta.
- Identificar, mediante una encuesta, la percepción de liderazgo y confianza de las mujeres estudiantes y egresadas de ingeniería.

- Identificar el interés de la muestra por experimentar un intercambio en línea que le permita movilidad internacional sin salir del país.
- Analizar las estrategias implementadas en instituciones de educación superior para incrementar el ingreso y la permanencia de las mujeres en las carreras de ingeniería, mediante una revisión sistemática de literatura académica, informes institucionales y políticas educativas.
- Diseñar un programa estratégico para fortalecer la atracción y permanencia de mujeres en ingeniería, basado en los hallazgos obtenidos sobre la percepción de habilidades de pensamiento, liderazgo, confianza, movilidad internacional y estrategias institucionales.

También se consideraron las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la percepción de las HAP entre la comunidad estudiantil de ingeniería del género femenino?, ¿Existe interés entre la muestra por experimentar un intercambio en línea que le permita movilidad internacional sin salir del país?, ¿Cuál es la percepción de liderazgo y confianza de las mujeres en ingeniería?, y ¿Qué estrategias pueden implementarse para fortalecer de manera integral el desarrollo de habilidades entre la comunidad femenina de ingeniería?

Justificación

El movimiento de disciplinas STEM "se reconoce como un movimiento de reforma liderado por políticos y empresarios con foco en la productividad y la competitividad nacional, así como un movimiento educativo enfocado en mejorar el aprendizaje de los estudiantes" (Morales, 2022, como se citó en Palomares et al., 2025). Además, el Banco Mundial (s.f.) precisa que "la educación en STEM para niñas y mujeres debería ser una prioridad para los responsables políticos".

Un estudio de este tipo es viable, pues Palomares et al. (2024) señalan que:

La implementación de programas de mentoría, tanto a nivel nacional como en instituciones específicas, ha demostrado ser una estrategia efectiva para apoyar a las mujeres en carreras STEM, proporcionándoles modelos a seguir, espacios seguros para discutir desafíos y oportunidades para desarrollar sus habilidades y redes profesionales.

En suma, existen razones para desarrollar una estrategia para asegurar la permanencia, superar las barreras que limitan el ingreso y atraer a mujeres al campo de la ingeniería.

METODOLOGÍA

Marco teórico

De acuerdo con Ascencio et al. (2025):

A nivel global, las universidades y centros de investigación han implementado programas y políticas institucionales para promover la igualdad de género (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2023). Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, la subrepresentación de mujeres en carreras STEM, la brecha salarial y la violencia de género (UNESCO, 2022), persisten como desafíos significativos en las instituciones de educación superior (IES).

Sin embargo, lograr la igualdad implica el desarrollo de habilidades analíticas del pensamiento, liderazgo, comunicación, colaboración, trabajo en equipo, desarrollo de competencias interculturales, entre otras.

Habilidades analíticas del pensamiento

Después de consolidar las habilidades básicas del pensamiento, todo estudiante o profesionista necesita desarrollar la capacidad analítica. Según Edgar Schein, "la habilidad analítica proporciona la capacidad de identificar, analizar y sintetizar problemas bajo condiciones de información incompleta y de incertidumbre" (YACELGA, 2011, pág. 160, como se citó en Soto et al., 2020).

Por lo tanto, las HAP comprenden el proceso de ir a las partes de un todo (persona, objeto evento o situación) y a las relaciones que guardan entre ellas. (Guevara y Campirán, 1999, como se citó en Campirán et al., 2000). Entre estas habilidades se encuentra el pensamiento crítico, implica el análisis de datos, investigación, resolución de problemas, creatividad, comunicación, entre otras.

Liderazgo femenino

A pesar de que "no existan muchas diferencias en el modo en que hombres y mujeres ejercen determinadas habilidades, como el liderazgo, gestión de conflictos o trabajo en equipo, etc., se vive en una sociedad marcada por el género" (Wood, 1992, como se citó en Pereda, 2018, p. 205 y en De la Cruz et al., 2024). La Organización de las Naciones Unidas México, a través del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2021) difundió que "en la actualidad, se necesitan mayores liderazgos de mujeres y niñas en sectores como el de salud y en general, en carreras científicas, para garantizar una respuesta inclusiva a los desafíos que vienen".

Internacionalización

Según Rubín (2022) "la internacionalización ha sido considerada durante mucho tiempo un elemento importante de la educación superior por las autoridades universitarias. Sin embargo … sigue siendo algo así como un sueño". Por dicha razón algunos innovadores en el tema desarrollaron una forma de internacionalización a través de la integración en los planes de estudios, así la Universidad del Estado de Nueva York (SUNY por sus siglas en inglés) desarrolló el modelo de intercambio virtual COIL (siglas en inglés de Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea).

El modelo COIL "vincula cursos, maestros y estudiantes con pares en otros países, desarrollando proyectos conjuntos que se integran a los planes de estudio existentes a lo largo de periodos de interacción e intercambio de entre cinco y ocho semanas" (Rubín, 2022). La UNAM lo ha implementado como "una experiencia de intercambio en línea que permite movilidad internacional sin salir del país" (UNAM, s.f.).

Alcance inicial de la investigación

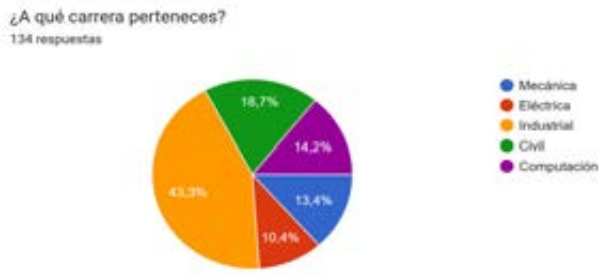
Esta investigación se aplicó en enero del semestre 2025-II y adoptó un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) con una muestra por conveniencia para conocer la percepción de estudiantes y egresadas de las ingenierías de la FES Aragón sobre habilidades analíticas de pensamiento, liderazgo e interés en actividades académicas de internacionalización.

Se diseñó un instrumento de 24 preguntas. Tres destinadas para conocer aspectos sociodemográficos (rango de edad, carrera y situación académica). Se incluyeron tres preguntas para evaluar cada una de las siguientes percepciones: pensamiento crítico, análisis de datos, investigación, comunicación y resolución de problemas. Además, dos preguntas, respectivamente, para indagar sobre la creatividad, el liderazgo, el interés en una experiencia de internacionalización y el dominio del idioma inglés.

RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 134 mujeres estudiantes de distintos semestres, de cinco ingenierías, tal como se aprecia en la Figura 1. De las encuestadas, siete son egresadas: cuatro de eléctrica, dos de civil y una de mecánica.

Figura 1. *Distribución por carrera.*



El análisis cuantitativo, respecto a las habilidades analíticas del pensamiento, revela que el 93.2% considera que el pensamiento crítico es una habilidad fundamental en su formación, pero solo el 82.9% percibe que lo aplica con frecuencia en sus estudios o proyectos.

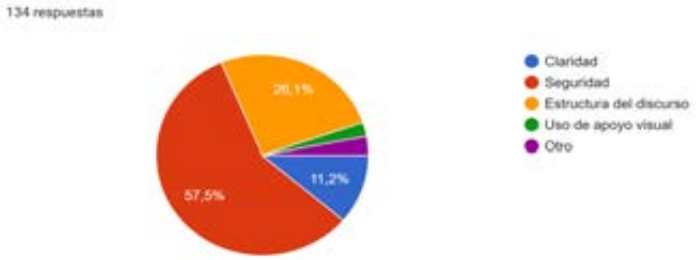
Para conocer cuáles son los principales retos que enfrentan al aplicar el pensamiento crítico, fue necesario aplicar un análisis cualitativo, para ello se establecieron varias categorías. Se observa que el 40% percibe como principal reto a los cognitivos y de habilidades. Los personales y emocionales en un 23.2%. Los sociales y de colaboración en un 21%. Con respecto a los retos de género y equidad, solo un 7.4%. Mientras que el 8.4% piensa que enfrenta retos sobre la aplicación práctica del pensamiento crítico.

Los resultados cuantitativos de la variable análisis de datos indican que el 46.5% se percibe cómoda analizando e interpretando datos. El 69.4% considera que el plan de estudios le ha brindado herramientas suficientes para el análisis de datos, pero el 30% expresa que existen deficiencias en la enseñanza del análisis de datos, por lo cual recurre al aprendizaje autodidacta. El 68% utiliza herramientas digitales, siendo Excel la más utilizada. El 50% aplica métodos estadísticos y matemáticos en su análisis de datos. El 40% organiza la información a través de referencias, bibliografías y estructuración visual. Por otro lado, el 35% emplea estrategias de análisis como resúmenes, lluvias de ideas y comparaciones.

Con respecto a las habilidades de investigación, el 77.7% de las encuestadas considera que investiga con frecuencia para resolver problemas académicos, pero confía únicamente en el 71.6% en la información que obtiene durante sus investigaciones. La principal fuente de consulta, con un 78.3%, es internet y la inteligencia artificial generativa, seguida de libros y artículos científicos, con un porcentaje inferior al 10%. En menor medida, las estudiantes recurren a profesores expertos para resolver dudas.

Respecto a la variable de comunicación, el 21.6% se siente totalmente segura presentando informes y explicando resultados ante un grupo, el 32.8% lo hace casi siempre, el 29.1% con frecuencia, el 11.9% en ocasiones y el 4.5% nunca. Por lo tanto, el 90.3% piensa que puede mejorar sus habilidades de comunicación. Con relación a qué aspectos perciben para mejorar sus habilidades de comunicación, la Figura 2 refleja en mayor medida el tema de seguridad, dato que se ha contrastado con la variable liderazgo.

Figura 2. *¿Qué aspectos mejorarías en tus habilidades de comunicación?.*



En cuanto a la resolución de problemas, el 16.4% piensa que siempre enfrenta problemas técnicos o académicos complejos, el 36.6% casi siempre, el 29.1% con frecuencia, el 14.9% en ocasiones y el 3% nunca. Además, el 33,6% se considera eficaz al buscar soluciones para los problemas que enfrenta en el ambiente laboral o escolar, el 44.8% casi siempre, el 17.2% con frecuencia, en ocasiones el 2.2%, mientras que el 2.2% nunca. En general, el 52.2% prefiere resolver de manera individual, mientras que el 47.8% en equipo.

Acerca de la creatividad, se encontró que el 88% considera a esta variable como una habilidad clave en la ingeniería, pero solo el 71.7% se considera creativa.

En relación con el segundo objetivo de investigación, centrado en el liderazgo, el 84.3% se percibe con habilidades en esta área, pero solo el 79.1% prefiere asumir el rol de líder.

Para alcanzar el tercer objetivo vinculado a indagar el interés de la comunidad con respecto a una experiencia de aprendizaje internacional, se encontró que al 85.5% le gustaría vivir una experiencia de ese tipo, pero al 14.2% no le interesa. Un dato significativo es que sólo el 10.4% tiene dominio avanzado de idioma inglés, el 41% intermedio y el 48.5% básico.

Para alcanzar el cuarto objetivo de este estudio, se realizó una búsqueda en diversas bases de datos como Scielo, Redalyc, Dialnet, Latindex, entre otras. Se detectaron diversas estrategias para aumentar el ingreso y la permanencia de las mujeres en las carreras de ingeniería.

La revisión sistemática de la literatura académica, informes institucionales y políticas educativas permitió detectar al menos cinco acciones clave:

- Políticas institucionales de equidad de género

Domínguez et al. (2023), así como Ascencio et al. (2025) destacan la importancia de estas políticas para lograr un cambio institucional efectivo. Estas políticas son esenciales para crear entornos de aprendizaje y labores adecuados. Incluyen desde la creación de oficinas de igualdad de género hasta la implementación de protocolos contra el acoso y la discriminación.

Desde 1992, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta con un Programa Universitario de Estudios de Género. La Figura 3 muestra los avances y logros.

Figura 3. *Línea de tiempo por la igualdad de género en la UNAM.*

Fuente: UNAM (2022).

Derivado de la política institucional, desde 2019, la Facultad de Ingeniería de la UNAM analizó las 27 acciones por la igualdad integradas en el Plan de desarrollo institucional 2015-2019, con lo cual generó un Programa de igualdad de género en la Facultad de Ingeniería (UNAM, 2019), el cual integra las siguientes tres líneas de acción: Línea 1. La promoción de la igualdad y equidad de género entre los estudiantes y académicos de todas las áreas de la Facultad de Ingeniería. Línea 2. Reforzar la vinculación con entidades universitarias y extrauniversitarias para orientar acciones de difusión y sensibilización. Línea 3. Evaluación y seguimiento.

- Actualizaciones curriculares con perspectiva de género

Algunas instituciones, como la FES Aragón en las carreras de la División de Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías, han incorporado la perspectiva de género en sus planes de estudio, promoviendo un ambiente más inclusivo y equitativo. Esto incluye la revisión de contenidos, la implementación de políticas contra la discriminación y la promoción de la igualdad de oportunidades dentro del aula.

Desde 2022, la Facultad de Ingeniería de la UNAM implementó la materia Igualdad de Género. Asimismo, a partir del ciclo escolar 2022-2023, diversas escuelas, como las del Estado de México integraron "la Estrategia Curricular en Igualdad de Género desarrollada por el gobierno estatal con la asesoría técnica de la UNESCO" (Corona, 2022).

- Iniciativas de divulgación científica y tecnológica

De acuerdo con Navarrete et al. (2024), distintas instituciones han desarrollado actividades de divulgación dirigidas a mujeres jóvenes para despertar su interés en las áreas STEM desde etapas tempranas. Estas iniciativas incluyen talleres, charlas y ferias científicas para desmitificar las carreras de ingeniería y presentar modelos femeninos a seguir. Además, son fundamentales para fomentar una mayor inclusión y diversidad de género en este ámbito.

Desde hace cuatro años, la UNAM se suma a la conmemoración del 11 de febrero, Día Internacional de las Mujeres, Jóvenes y Niñas en la Ciencia, establecido por la Asamblea General de la ONU en 2016 con el propósito de reconocer y visibilizar el aporte de las mujeres en la comunidad científica. A través de la Coordinación para la Igualdad de Género, la universidad organiza diversas actividades para fomentar el interés de las mujeres en las disciplinas STEM, promoviendo redes de apoyo, comunidades de aprendizaje y espacios de diálogo que contribuyan a la equidad de género en la ciencia y la tecnología.

Programas de mentoría

Quiroz et al. (2023) recuperan distintas aportaciones sobre la mentoría, de ellas destacan:

- La generación de espacios seguros en donde las científicas en formación puedan hablar de sus experiencias y desafíos con otras mujeres que ya han transitado el camino hasta llegar a su consolidación académico-profesional.
- Una mentora es una persona consolidada en la carrera que es emparejada con una persona menos experimentada.
- Una mentora puede acompañar, ser un modelo para seguir, una guía, proveer apoyo y soporte, pero, sobre todo, motivar a su *mentee*.
- Los acuerdos y contratos a los que lleguen, tanto la mentora como la *mentee*, determinan el tipo de relación, el tiempo y los alcances a los que quieran llegar.

De acuerdo con las autoras, "la mentoría se ha tomado como una prioridad en los programas que tienen como objetivo romper con la brecha de género" (National Academies of Sciences, 2019, como se citó en Quiroz et al., 2023). Uno de los testimonios recuperados por las autoras señala que, gracias a la intervención con mentorías "se fomentó la autoeficacia a través de la mejora de las habilidades blandas para alcanzar objetivos concretos".

Propuesta

A partir de los hallazgos, se propone la creación del programa Red Integral de Estudiantes y Egresadas Destacadas en Ingeniería (RIEEDI), con el propósito de atraer, retener y acompañar a las estudiantes de ingeniería de nuevo ingreso. Su implementación está prevista para agosto de 2026, correspondiente a la generación 2026. El objetivo general del programa es fortalecer las habilidades de las estudiantes de ingeniería, con especial énfasis en el pensamiento analítico y el liderazgo. Para ello, se contempla la realización de talleres, mentorías, espacios de networking y experiencias de internacionalización, con el fin de potenciar su formación académica y profesional, así como fomentar la igualdad de género y fortalecer la presencia femenina en el ámbito de la ingeniería.

A través de esta iniciativa, se sentarán las bases para la creación de la RIEEDI, que promoverá el desarrollo, la colaboración y el apoyo mutuo entre sus integrantes durante su trayectoria estudiantil, al egresar y en su inserción laboral. La implementación implicará la organización de sesiones de capacitación abiertas para todos los estudiantes interesados, encuentros con mujeres profesionales del sector, mesas de diálogo y acceso a oportunidades de desarrollo. Por lo anterior, será necesario contar con diversos recursos como plataformas digitales, infraestructura universitaria y el respaldo de programas institucionales como la Comisión Local de Equidad de Género de la FES Aragón, en colaboración con docentes, egresadas y especialistas en el sector.

CONCLUSIONES

Existen distintos programas empleados como una estrategia efectiva para apoyar a las estudiantes de ingeniería, pues buscan proporcionar orientación académica y profesional, fomentando un sentido de pertenencia y confianza en las estudiantes. Desde la perspectiva institucional, se destacan estrategias como la actualización de planes y programas de estudio con perspectiva de género. Aunque existe poca información sobre comunidades de aprendizaje y redes de apoyo entre mujeres en la ingeniería, podría ser una estrategia efectiva para mejorar la permanencia y eficiencia terminal de las estudiantes.

Se identificó que, en la FES Aragón, las estudiantes valoran las habilidades analíticas del pensamiento, aunque al aplicarlas se enfrentan principalmente con barreras cognitivas, emocionales y sociales. El análisis de datos es una competencia considerada fundamental. Respecto al liderazgo, aunque un alto porcentaje se percibe como líder, al contrastar con la variable comunicación, expresaron poca confianza al exponer sus puntos de vista de manera pública, este dato es clave para fortalecer la habilidad de comunicación y fomentar la participación femenina en ingeniería.

Finalmente, se subraya la importancia de diseñar un programa estratégico que fomente la atracción y permanencia de mujeres en ingeniería, centrado en el desarrollo de habilidades analíticas, liderazgo y confianza, así como en la promoción de oportunidades de internacionalización. La continuación de este estudio permitirá evaluar el impacto de dichas estrategias y fortalecer la equidad de género en la educación superior y el sector profesional de la ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

Ascencio, M. S., Anabalón, Y., y Vega-Román, E. (2025). ¿Cambio institucional de género en Educación Superior? Resistencias y perspectivas desde una revisión sistemática de la literatura científica. *Revista Fuentes*, *27*(1), 15–30. https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2025.26525

Ascencio, M. S., Anabalón, Y., & Vega-Román, E. (2025). ¿Cambio institucional de género en educación superior? Resistencias y perspectivas desde una revisión sistemática de la literatura científica. *Revista Fuentes,* *27*(1), 15–30. https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2025.26525

Campirán, A., Guevara, G., & Sánchez, L. (2000). *Habilidades de pensamiento crítico y creativo* (Colección Hiper-COL). Universidad Veracruzana. *(obra impresa; conservar sin URL; la colección Hiper-COL y autoría aparecen citadas por la UV)*.

Corona, K. (2022, 29 de agosto). La Facultad de Ingeniería de la UNAM estrena la asignatura de igualdad de género. *Reporte Índigo*.

De la Cruz, A., García, J., & Escalona, E. (2024). Percepción de éxito: Ingenieras mecánicas hacia el 2050. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*(11), 509–519. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/983

Domínguez, A., García-Peñalvo, F. J., Zavala, G., García-Holgado, A., & Alarcón, H. (Coords.). (2023). *Mujeres en la educación universitaria de ciencia, ingeniería, tecnología y matemáticas: Atracción, acceso y acompañamiento para reducir la brecha de género en Hispanoamérica*. Universidad Andrés Bello. https://facultades.unab.cl/ingenieria/wp-content/uploads/2023/07/libro-Mujeres-Stem.pdf

Indeed Editorial Team. (2025, 14 de marzo). Habilidades analíticas de pensamiento: ¿Qué son y cómo utilizarlas? *Indeed Career Guide (MX).* https://mx.indeed.com/orientacion-profesional/desarrollo-profesional/habilidades-analiticas-pensamiento

Martínez, S. (2024, octubre). La participación de las mujeres en la industria. *México, ¿cómo vamos?* https://mexicocomovamos.mx/animal-politico/2024/10/la-participacion-de-las-mujeres-en-la-industria/

Navarrete, M. E., Rosales, M. L., & Garcés, Á. R. (2024). Estrategias para la permanencia de mujeres. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*(11), 456–464. https://doi.org/10.63136/read162024977pp456

Neri, J., & Hernández, C. (2019). Los jóvenes universitarios de ingeniería y su percepción sobre las competencias blandas. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 9*(18), 768–791. https://doi.org/10.23913/ride.v9i18.449

Palomares Ruíz, M. B. E., Torres Bugdud, A., Báez Villarreal, E., & Sordia Salinas, C. (2024). Formación inicial de mujeres en ingeniería: Modelando el talento STEM. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*(11), 289–299. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/960

Quiroz-Compeán, G., de la Torre-Zavala, S., & Villa-Cedillo, S. A. (2023). Mentorías para mujeres STEM: Una propuesta para reducir la brecha de género. *Ciencia UANL, 26*(121), 20–35. https://cienciauanl.uanl.mx/?p=12782

Rubin, J. (2022, 31 de octubre). Una introducción a *The Guide to COIL Virtual Exchange*: Primera publicación completa sobre la metodología COIL. *UNAM Internacional.* https://revista.unaminternacional.unam.mx/nota/3/una-introduccion-a-the-guide-to-coil-virtual-exchange-primera-publicacion-completa-sobre-la-metodologia-coil

Soto, L., Ugalde, J., & Allauca, M. (2020). La importancia de la decisión gerencial para generar un clima organizacional óptimo en una empresa. *Dominio de las Ciencias, 6*(4), 211–230. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8638113

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (s. f.). Acerca de COIL UNAM. https://coil.unam.mx/#/acerca-de

UNAM, Facultad de Ingeniería. (2019). *Programa de igualdad de género en la Facultad de Ingeniería.* https://www.ingenieria.unam.mx/paginas/genero/pdf/Programa_Equidad%20_de_Genero_FI.pdf

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2022). Información institucional sobre igualdad de género en la UNAM. https://coordinaciongenero.unam.mx/informacion-institucional-genero/#

UNICEF México. (2021, 8 de marzo). ONU México: El liderazgo de las mujeres es fundamental para crear un mundo más igualitario. https://www.unicef.org/mexico/comunicados-prensa/onu-m%C3%A9xico-el-liderazgo-de-las-mujeres-es-fundamental-para-crear-un-mundo-m%C3%A1s

World Bank. (s. f.). *Attracting more young women into STEM fields* (Policy note). https://documents1.worldbank.org/curated/en/257831642743451543/pdf/Attracting-More-Young-Women-into-Stem-Fields.pdf

MICROCELL COMO APOYO A LOS FUTUROS INGENIEROS

MICROCELL AS SUPPORT FOR FUTURE ENGINEERS

C. García Franchini[1]
M. Alvarado Arellano[2]
M. P. Torrijos Muñoz[3]
J. V. Flores Flores[4]

RESUMEN

Las actividades de selección son fundamentales en las Instituciones de Educación Superior (IES), ya que garantizan el acceso a los estudiantes más preparados, maximizando así sus probabilidades de éxito académico. Si bien se ofrecen cursos propedéuticos para subsanar deficiencias curriculares, su eficacia se ve limitada por la sobrecarga de contenidos y la brevedad de los periodos. Ante esta problemática, el equipo de investigación propone el proyecto *MicroCell*, un recurso permanente de contenidos propedéuticos que trasciende la temporalidad de los cursos tradicionales. Los *MicroCells* estarán disponibles en línea de forma abierta y continua, permitiendo a los estudiantes abordar sus necesidades de aprendizaje en el momento oportuno a lo largo de todo su currículo escolar. El presente trabajo explora las bases teóricas del proyecto *MicroCell*, su estructura pedagógica y sus contenidos, ofreciendo una solución innovadora para optimizar el acceso y el rendimiento académico de los estudiantes en la Educación Superior.

ABSTRACT

election activities are fundamental in Higher Education Institutions (HEIs), as they ensure access to the most prepared students, thereby maximizing their chances of academic success. While preparatory courses are offered to address curricular deficiencies, their effectiveness is limited by content overload and the brevity of the periods. Faced with this problem, the research team proposes the *MicroCell* project, a permanent resource of preparatory content that transcends the temporality of traditional courses. *MicroCells* will be available openly and continuously online, allowing students to address their learning needs at the opportune moment throughout their entire academic curriculum. This paper explores the theoretical foundations of the *MicroCell* project, its pedagogical structure, and its contents, offering an innovative solution to optimize access and academic performance for students in Higher Education.

ANTECEDENTES

El acceso a la educación superior tecnológica, específicamente a los campus del Tecnológico Nacional de México [TecNM], se rige por un proceso de selección que busca garantizar la preparación adecuada de los aspirantes para enfrentar los desafíos académicos de sus futuras carreras. Este proceso, centrado en la evaluación de conocimientos matemáticos y de dominio del lenguaje, se lleva a cabo mediante un examen de selección de opción múltiple o la aprobación de un curso propedéutico, de reforzamiento o curso cero.

El examen de selección, eje central de este proceso, clasifica a los aspirantes según su desempeño, seleccionando a los de mayor puntaje hasta completar la capacidad de absorción de cada plantel. Subyace a este método la hipótesis de que una calificación alta en el examen

[1] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. cgfranchini@gmail.com
[2] Profesora de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. maraare@yahoo.com
[3] Profesora de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. patricia.torrijos@puebla.tecnm.mx
[4] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico de Puebla. josevictor.flores@puebla.tecnm.mx

se correlaciona con una mayor probabilidad de éxito académico, reflejada en la disminución de la deserción y la reprobación.

Sin embargo, esta lógica, aunque intuitiva, presenta desafíos. La no admisión de un aspirante puede generar un impacto negativo en su vida, obligándolo a buscar otras opciones, como trasladarse a otro campus con plazas disponibles. Para mitigar este impacto y brindar una oportunidad a los aspirantes que no lograron ingresar en primera instancia, muchos planteles ofrecen cursos complementarios, conocidos como propedéuticos, de reforzamiento o cursos cero. Estos cursos, según su temporalidad, cumplen dos objetivos principales:

1. Acciones positivas de preparación para el examen de selección: los cursos ofrecidos antes del examen buscan mejorar el desempeño de los aspirantes, brindándoles herramientas y conocimientos para afrontar la prueba con mayor seguridad.
2. Apoyo a estudiantes de nuevo ingreso: los cursos impartidos después del proceso de selección, ya con los estudiantes admitidos, se centran en reforzar sus habilidades y conocimientos para reducir la deserción y la reprobación en las diferentes carreras.

La problemática detectada con las acciones propedéuticas es que los contenidos necesarios en dichos cursos abarcan temáticas que hacen un barrido de los contenidos de bachillerato principalmente del área matemática y en casos adicionales aspectos de lenguaje y lecto-escritura, y adicionalmente en algunos casos contenidos básicos de las carreras elegidas. Los temas matemáticos comprendidos abarcan: aritmética, álgebra, geometría, geometría analítica, trigonometría, estadística básica y precálculo, entre otros. Los resultados obtenidos por los estudiantes no siempre reflejan una mejora significativa en su rendimiento académico, lo que plantea interrogantes sobre la pertinencia y el diseño de estos cursos intensivos.

Asimismo, es importante explorar alternativas y complementos a los cursos propedéuticos tradicionales para estudiantes con diferentes niveles de desempeño. Estas iniciativas pueden brindar un apoyo más individualizado y adaptado a las necesidades de cada estudiante, fomentando su autonomía y su capacidad de aprendizaje, aplicable tanto a las acciones propedéuticas en los planteles del TecNM, así como en las instituciones educativas de nivel superior en lo general. Es importante mencionar, como dato primario, que al declararse la etapa pandémica y el inicio del proyecto *MicroCell*, el TecNM registró 610,470 estudiantes y 29,600 profesores (TecNM, 2020) dentro de los 4’931,200 de estudiantes de licenciatura del sistema educativo nacional (ANUIES, 2020) y que en el proceso de selección del 2022 se presentaron 164,877 aspirantes al proceso de selección en los diversos campus del TecNM, correspondiendo aproximadamente con el 27% de su población académica inscrita (TecNM, 2022), datos que representan el punto de partida del análisis.

De manera somera la estructura del proyecto está compuesta de contenidos tipo MOOC ligados en red llamados *MicroCell* que de manera individual son autocontenidos y platean contenidos matemáticos del Bachillerato incluida la visión de la Nueva Escuela Mexicana (SEMS, 2019) y el modelo educativo actual del TecNM (2024). El objetivo de la investigación es definir la estructura pedagógica interna general de cada *MicroCell*. Y la pregunta de investigación es ¿cuáles considerandos deben de cubrirse en sus contenidos?

El estudio se justifica porque las acciones positivas y los contenidos impactan al menos al 20% de la población actual de TecNM de manera a directa, y se amplía a la población abierta

que requiera recordar conceptos o llenar lagunas de conocimiento por debilidades en su trayectoria académica. La limitación temporal implica solo considerar la estructura de contenidos matemáticos y de lecto-escritura del bachillerato de manera inicial.

METODOLOGÍA

Como señala García (2023), las escuelas dentro de sus objetivos, y en particular en la educación superior, tienen marcado el egreso de sus estudiantes bajo una promesa de éxito a lo largo del proceso educativo desde su primer punto de contacto que son las acciones propedéuticas de calidad.

Por su parte según señalan Sánchez et al. (2020) en los procesos de selección se priorizan lo exámenes sobre algunas otras posibilidades, como entrevistas, prácticas y presentación de proyectos; dejando de lado habilidades que permitan fortalecer el proceso de aprender a aprender y que Bazan (2002) citando a Santoyo amplia a que también son necesarias "habilidades científicas y profesionales se debe considerar que éstas comprenden manejo de procedimientos, técnicas, algoritmos, diversos elementos de deducción y verificación de hipótesis, así como estrategias de razonamiento analógico".

El proceso de selección y los apoyos propedéuticos deben también atender las consecuencias negativas que implica que el sustentante no cuenta con una selección positiva, por lo cual resulta importante que la institución amortigüe tales consecuencias para procesos selectivos posteriores (García, 2023; Sánchez, 2020). En cuanto a la sociedad que el egresado abordará en el futuro, no se puede omitir el hecho que la preparación debe enfocarse hacia la sociedad 4.0 y 5.0, lo que implica cambios metodológicos y nuevos mecanismo de evaluación que se orienten a perspectivas didácticas activas, socio-constructivistas, conectivistas y orientadas a la investigación, pero sobre todo al estudiante (Aguaded, 2013), para lo cual es importante tomar en cuenta las habilidades superiores del pensamiento de alto orden señaladas por Lu (2021) como *HOTS* dentro de las que se identifican: resolución de problemas, pensamiento crítico y creatividad.

En concordancia con Anderson *et al.* (2023), se deben de considerar los aspectos tecnológicos que han jugado un papel importante en el progreso humano de la tal forma que las nuevas tecnologías influencian a la sociedad, a sus actividades económicas y sobre todo a como se organizan y desarrollan sus procesos. En este aspecto el proceso educativo ha sufrido constantes cambios, de tal forma que han surgido nuevos esquemas exitosos (Rider *et al*., 2021) para asegurar la calidad de la educación en todos sus niveles, pero sobre todo su rol en la sociedad del conocimiento preámbulos de la sociedad 4.0 y 5.0.

Parafraseando a Bridley (desarrollado por Dawn, 2021), la educación es un proceso en el que se debe facilitar a los practicantes principiantes el desarrollo de la autonomía para tomar sus propias decisiones basadas en comprensión, análisis y pensamiento crítico, es decir, el componente propedéutico debe tener de inicio dicha orientación. Pero también, también deben ser espacio abierto en el que la virtualidad tiene cabida por conducto de la activación de escenarios de aprendizaje (García, 2016).

Para los estudiantes el elemento fundamental de la construcción de su conocimiento se centra en la calidad de los contenidos y de las diferentes actividades que éstos realizan y las

evidencias que generan, para atribuir significado a los contenidos que se les presentan, pero sobre todo como reflejo de su vida social y del contacto permanente con el contexto en que se encuentra inmerso de manera cotidiana, pero sobre todo con el trabajo en red, tal y como lo señala Siemens en su arranque del conectivismo (2004).

Así los contenidos del proyecto de las microcélulas deben ser elegidos respetando el currículo del bachillerato, apoyados en la estructura modificada de un MOOC llamados *MicroCell*, fundamentados en el modelo académico del TecNM, pero sobre todo considerando que los estudiantes actuales se incluyen en una generación con nuevas capacidades y competencias consideradas en los principios del conectivismo (Siemens, 2004), aceptando que el aprendizaje y el conocimiento se construyen bajo una diversidad de opiniones, propiciándolo bajo la conexión de nodos especializados y propiciando la toma de decisiones, para acercarlos a los significados dinámicos de una realidad cambiante.

El proyecto *MicroCell* se fundamenta en la necesidad constante de apoyo académico que experimentan aspirantes, estudiantes, profesores e instituciones en áreas propedéuticas de contenido matemático. Este apoyo se centra en la revisión de conocimientos olvidados, no abordados en el currículo o no comprendidos, pero esenciales para el avance en las licenciaturas del TecNM, mientras en el ámbito de la ingeniería García (2024) señala que la competencia matemática se erige como pilar fundamental, al igual que en el pensamiento y la toma de decisiones informadas en las carreras profesionales.

Desde esta perspectiva, los contenidos matemáticos deben dosificarse de manera más efectiva y abordarse, idealmente, cuando las aplicaciones y conceptos teóricos e instrumentales de la carrera lo requieran. Esto implica que el estudiante pueda acceder a los conceptos en el momento en que adquieran significado, al estar asociados a una problemática específica que debe resolver en el contexto de su carrera (*ibid*.). La visión de la educación superior demanda un enfoque que trascienda la mera revisión de contenidos. Se requiere un apoyo académico integral que fomente el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y aprendizaje autónomo. El proyecto *MicroCell* se alinea con esta visión al reconocer la necesidad de un acompañamiento continuo y personalizado para los estudiantes.

La implementación de *MicroCell* representa una estrategia innovadora para abordar las necesidades de apoyo académico de manera oportuna y contextualizada. Estas microcélulas de aprendizaje pueden concebirse como recursos educativos digitales interactivos que permiten a los estudiantes acceder a contenidos específicos de matemáticas y lenguaje según sus necesidades y ritmo de aprendizaje. Además de los contenidos, cada *MicroCell* puede incorporar actividades de autoevaluación, ejercicios prácticos y ejemplos de aplicación en diferentes contextos profesionales. De esta manera, se promueve un aprendizaje significativo y se fortalece la conexión entre los conocimientos teóricos y su aplicación práctica.

Para responder a la pregunta de investigación, el alcance inicial de este proyecto de investigación comprende seis etapas:

1) Análisis de diversas versiones de cursos propedéuticos. Que corresponde a una investigación documental y entrevistas directas con pares de diferentes IES.

2) Obtener contenidos de programas de matemáticas en Bachillerato general, que corresponde a una investigación documental en las principales instituciones de educación media. (SEP, 2023).
3) Detectar las temáticas de mayor relación con los contenidos de las carreras del TecNM, principalmente de las ingenierías. Que corresponde con una investigación documental sobre análisis de contenido de prerrequisitos citados en la documentación de planes y programas de las diferentes carreras del TecNM, (TecNM, 2024b).
4) Obtener información relacionada con los temas de matemáticas considerados dentro del examen de selección del TecNM campus Puebla y establecer su correspondencia con los prerrequisitos detectados en la segunda etapa. Corresponde con una investigación y revisión documental comparativa.
5) Considerar la información vertida por una encuesta estudiantil alrededor de uso de recursos en línea, tomada de grupos estudiantiles del Instituto Tecnológico de Puebla. Asociada a una investigación exploratoria descriptiva.
6) Diseño básico de la estructura de un *MicroCell*, que corresponde al diseño pedagógico asociado a las consideraciones del modelo educativo del TecNM juntamente con las características del conectivismo y las cualidades de las generaciones estudiantiles actuales y en consideración de la estructura permitida por la plataforma de OpenEdx, en dónde se integran los supuestos detectados en las investigaciones documentales de las etapas 1 a 4 como resultado y conclusiones de estas.

El desarrollo de la primera etapa se generó del contacto con profesores de distintas instituciones a través de discusiones dentro del Diplomado en enseñanza de las matemáticas de la ANFEI en su versión 2024, (ANFEI, 2024), así como entrevistas no estructuradas con profesores pares de distintas IES, obteniendo como aportaciones una lista de considerando que refleja la visión con que se debe de observar una acción propedéutica. Las etapas 2, 3 y 4 permitieron de manera crítica construir una lista temática de los contenidos comunes en las tres investigaciones documentales asociadas y que se considera deben ser integradas al proyecto de manera inicial.

Por otro lado, para la etapa 5 la encuesta se aplicó a 431 estudiantes del TecNM campus Puebla y la muestra corresponde a los alumnos de los grupos atendidos por los integrante del equipo de investigación y que esencialmente sufrieron en el bachillerato e inicio de la licenciatura los efectos del aislamiento en la pandemia de COVID, porque se consideró importante recabar en 28 preguntas sus sentimientos sobre acciones académicas en línea en condiciones no planeadas, de tal forma que la muestra cubre más del 5% de la población atendida en el campus. Finalmente, en la etapa 6 se integró la información obtenida en las etapas previas y se redactó un documento en que se estableció la estructura que el equipo de trabajo consideró cubre las expectativas estudiantiles y los considerandos de funcionalidad y contenidos por desarrollar, con lo que se obtuvo el producto que responde a la pregunta de investigación.

RESULTADOS

A la luz de una revisión de los procesos propedéuticos, señalada en la primera etapa, y resumiendo la bitácora de discusión y aportaciones de 28 profesores de 18 IES, se detectaron acciones sobre las cuales las propias instituciones y los profesores trabajan, mismas que han sido aceptadas para este proceso de investigación como principales supuestos, coadyuvando

a dar elementos de respuesta a la pregunta de investigación:

a. Mejorar el proceso propedéutico como una acción positiva que reduce los posibles procesos discriminatorios y que amplía las posibilidades de los aspirantes.
b. Fortalecer el proceso de selección incrementando sus posibilidades de culminar satisfactoriamente una carrera de licenciatura tecnológica.
c. Seleccionar los contenidos de los exámenes exploratorios y de las acciones propedéuticas considerando temáticas de matemáticas y lecto-escritura y comprensión del lenguaje, entre otras que resulten necesarias.
d. No delimitar los procesos propedéuticos a un periodo muy corto de tiempo, evitando que la selección de contenidos deje temáticas no cubiertas.
e. Propiciar que los estudiantes que sustentan exámenes y propedéuticos, tomen estas acciones como parte de su carrera y no solamente con un complemento del proceso de selección.
f. No limitar los cursos propedéuticos debido a la escasez de recursos humanos y materiales disponibles por los planteles, utilizando los recursos más eficazmente.
g. Propiciar que los contenidos sean ágiles y atractivos y resuelvan las problemáticas del contexto temporal y del lugar, tratando de evitar la catalogación de contenidos como "difíciles" o" innecesarios" relacionándolos con aplicaciones reales.
h. Resolver la necesidad de acciones propedéuticas no solamente en los aspirantes de nuevo ingreso, sino en toda la población inscrita o incluso fuera del plantel, como acción de beneficio social.
i. Ampliar el ámbito de las acciones positivas propedéuticas sobre conceptos olvidados, omitidos o no comprendidos ya que estas son importantes no solamente para la población del TecNM, sino también para los estudiantes de bachillerato o incluso público en general.
j. Fortalecer la naturaleza del TecNM como una institución pública cuyo papel social implica la mejoría académica de la comunidad en general.

Adicionalmente de acuerdo con la literatura el equipo consideró se debe incluir otro punto: Considerando a Chan y Lee (2023) es importante observar que el proceso educativo del futuro cercano debe considerar la naturaleza del estudiante de la generación Z, que será de donde provendrán los docentes del futuro, cuyas cualidades provienen de ser la primera generación que crece con el acceso constante a la tecnología digital y a las redes sociales, lo que presupone una mentalidad tecnoadicta a lo digital.

Como resultado de las etapas 2, 3, y 4 se obtuvo la Tabla 1 sobre contenidos temáticos de los MicroCells y de la etapa 5, se presentan las gráficas sobre las respuestas relacionadas con la orientación de contenidos y correspondientes a las figuras 1 a 9 respectivamente, en las que existió la posibilidad de responder más de una opción, por lo que se presenta el porcentaje de cada opción de los 431 estudiantes que respondieron la encuesta sobre sus experiencias de aprendizaje en línea.

La estructura generada como resultado en la etapa 6, está asociada a la estructura definida por el estudio del sistema y potencialidades de ***edX*** y los considerandos obtenidos. La Tabla 2, muestra en que consiste los componentes modulares de ***MicroCell***.

Tabla 1. *Contenidos vertidos por la revisión de programas y examen de selección.*

frc: Fracciones	**pol:** Polinomios	**des:** Desigualdades
apl: Aplicaciones	**rai:** Raíces	**lim:** Límites
tri: Triángulos	**con**: Cónicas	**der:** Derivadas simples
per: Perímetros	**rec**: Recta	**rel:** Relaciones
are: Áreas	**car**: Coordenadas cartesianas	**exp:** Exponentes
rec: Rectas	**det:** Determinantes 2x2 3x3	**log:** Logaritmos
ang: Ángulos	**rac:** Racionalización	
rya: Rectas y Ángulos	**por**: Porcentajes	
crc: Círculos y arcos	**ryp**: Razones y proporciones	**Área de lecto-escritura:**
mon: Monomios	**suc**: Sucesiones	**res:** Resumen
bin: Binomios	**int**: Intersecciones	**ens:** Ensayo
pru: Productos notables	**fun:** Funciones	**ift:** Informe técnico
fac: Factorización	**gra:** Gráficas	**rep:** Reporte (de práctica)
fpr: Fracciones parciales	**vol**: Volumen	**tes:** Tesis
num: Números	**sem:** Semejanza y homotecia	**pre:** presentación electrónica
ecl: Ecuaciones lineales	**pit:** Teorema de Pitágoras	**inf:** infografía
sel: Sistemas de ecuaciones lineales	**tri:** Relaciones trigonométricas	**mme:** mapa mental
ecc: Ecuación cuadrática	**cie**: Notación científica	**mco:** mapa conceptual

Tabla 2. *Componentes modulares de un* ***MicroCell****.*

- Dashboard definido por un apartado específico en la plataforma de *OpenEdx* del Instituto Tecnológico de Puebla.
- About: Presentación general, Clave del reactivo con su descripción, Ligas previas, paralelas y posteriores [prerrequisitos][paralelas][supraconceptos], CV de los autores específicos del *MicroCell*, Preguntas frecuentes, Estructura programática del tema y Sobre los certificados.
- Clave del ***MicroCell***.
- Título.
- Competencias trasversales y específicas o Aprendizajes esperados.
- Focalización (componente texto): el acercamiento al concepto desde los conocimientos previos del estudiante, principalmente asociada a situaciones cotidianas, contextuales y de aplicación.
- Formalización: presentación formal matemática del concepto.
- Instrumentación: diferentes presentaciones de la operatividad del concepto considerando sus posibles manipulaciones o trasformaciones.
- Aplicaciones del tema: descripción y posibles ejercicios de aplicación del tema en estudio y Conclusión: desarrollo general sobre la importancia del conocimiento y operatividad del concepto relacionado con las competencias de egreso y profesionales, dirigidas hacia las aplicaciones.
- Evaluación y Encuesta de satisfacción.

Se concluyó que el enfoque de los conceptos debe contar con al menos tres componentes y desarrolladas a partir de la focalización y hasta la conclusión, dentro de los que se puede considerar las componentes: Conceptual, Contextual cotidiano, Gráfico y geométrico,

Numérico, Formal o algebraico, Instrumental u operativo y de Aplicaciones. El material debe ser autocontenido y los componentes serán en formato de texto (html), podcast (audio), diagramáticos (gráficos, imágenes, mapas conceptuales, mapas mentales) y video. El componente de evaluación consistirá en baterías de exámenes objetivos principalmente de opción múltiple de opción única, sin omitir que en la componente instrumental deberá haber ejercicios con desarrollo y solución completa y una batería de ejercicios propuestos únicamente enunciando su solución.

Figura 1. *Buenos recuerdos.*

Figura 2. *Malos momentos.*

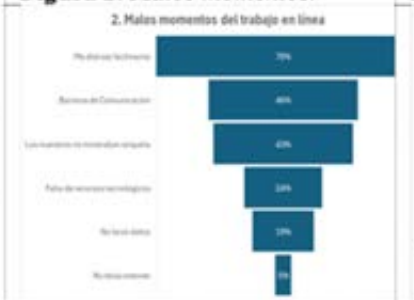


Figura 3. *Nuevos aprendizajes.*

Figura 4. *Fortalecimiento del trabajo.*

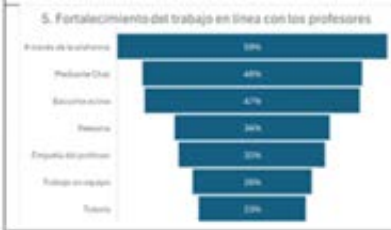


Figura 5. *Competencias fortalecidas.*

Figura 6. *Técnicas de retroalimentación.*

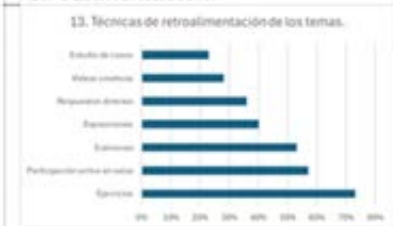


Figura 7. *Aprendizajes de síntesis y análisis.*

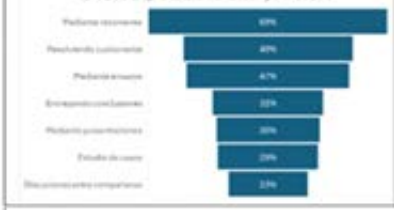


Figura 8. *Sobre el material didáctico.*

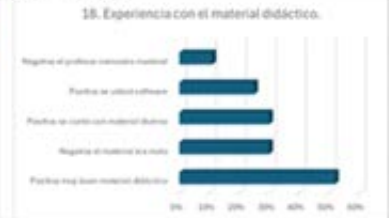
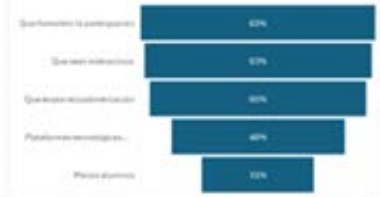


Figura 9. *Características deseadas de curso en línea.*



CONCLUSIONES

La curva de aprendizaje y desarrollo de contenidos por los integrantes del cuerpo académico de investigación se realiza por ahora de manera continua y los resultados iniciales aseguran que se cubrirán todos los elementos iniciales del proyecto *MicroCell* descrito, para aportar al desarrollo de los estudiantes e instituciones como se ha señalado en los supuestos. La tabla de contenidos corresponde con lo esperado de acuerdo con la experiencia institucional y todos son abordados dentro del examen de selección institucional y se espera cada uno de ellos represente al menos un *MicroCell*, por lo que de entrada se espera un desarrollo inicial de 51 en dos años.

De la encuesta estudiantil se obtiene más información adicional, sin embargo, el impacto directo al contenido se obtiene en las 9 con resultados mostrados en las figuras 1 a 9 seleccionadas de las 28 preguntas, en dónde destaca la comodidad en el hogar al estudiar y los ahorros que representa, de igual forma, se aprecia el fortalecimiento de las técnicas de estudio y la necesidad de realizar ejercicios y otras técnicas de práctica activa junto con la necesidad de materiales didácticos atractivos.

Los considerandos vertidos de la discusión con los profesores del Diplomado en Enseñanza de las Matemáticas de la ANFEI y las entrevistas con pares, abonan positivamente en la orientación del diseño y finalmente que éste se acopla con las necesidades actuales que se presentan en los contenidos de los bachilleratos y que didácticamente se acercarán para cubrir los nuevos requerimientos de los programas educativos y la nueva orientación de la SEP. Finalmente, el sitio *MicroCell* (IT Puebla, 2025), aún no se libera al público porque se espera incrementar sus contenidos y se visita únicamente por los integrantes del cuerpo académico de esta investigación como creadores de contenido.

Como trabajo futuro debido al aporte del análisis de validez y confiabilidad del instrumento de selección validado, es viable considerar ampliarlo a una base mayor de estudiantes y mantenerlo de manera permanente en constante evolución, ya que mediante procesos adicionales de *BigData* y de ser necesaria la Inteligencia Artificial (IA), es viable establecer la ubicación individual para plantear estrategias de apoyo que permitan solventar las deficiencias individuales que es la orientación que pretende el proyecto *MicroCell*.

BIBLIOGRAFÍA

Aguaded, J. I., López, E., & Jaén, A. (2013). University e-portfolios as a new higher education teaching method: The development of a multimedia educational material (MEM). *Universities and Knowledge Society Journal, 10*(1), 188–209. https://doi.org/10.7238/rusc.v10i1.1333

Anderson, R., Casabury, L., Lee, K., & Rezaee, A. (2023). What is development engineering? In *Introduction to development engineering*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86065-3_1

ANFEI. (2024). *Diplomado en la enseñanza de las matemáticas (versión 2024).* https://www.anfei.mx/noticias/diplomado-en-la-ensenanza-de-las-matematicas-fortalece-habilidades-de-docentes-de-ciencias-basicas/

ANUIES. (2020). *Anuario estadístico de la población escolar en educación superior, ciclo 2019–2020*

Bazán, A., & García, I. (2002). Relación estructural de indicadores de ingreso y permanencia, y el dominio de habilidades metodológico-conceptuales en cuatro grupos de estudiantes de educación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, 32*(2), 105–122. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27032205

Chan, C., & Lee, K. (2023). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT than their Gen X and millennial teachers?

Smart Learning Environments, 10(1), 1–15. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00269-3

Dawn, A. M., & Golan, J. (2021). *Applied pedagogies for higher education: Real-world learning and innovation across the curriculum*

García, C., & Alvarado, M. (2016). Una propuesta para el TecNM de educación basada en MOOC. En *Memoria del Congreso CIIDET 2016*. CIIDET.

García, C., & Alvarado, M. (2017). Hacia un modelo de educación superior tecnológica para América Latina. En *Memoria del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2017*

García, C., & Alvarado, M. (2023). Análisis de validez de los reactivos del examen de selección. *Academia Journal Puebla, 15*

García, C., Alvarado, M., Laguna, J. O., & Torrijos, M. P. (2024). Examen de ubicación como apoyo al proceso formativo del futuro ingeniero. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*, [eID/pp. por verificar]

IT Puebla. (2025). *Cursos en línea del Instituto Tecnológico de Puebla.* https://mooc.puebla.tecnm.mx/login?next=/dashboard

Lu, K., Yang, H., Shi, Y., & Wang, X. (2021). Examining the key influencing factors on college students' higher-order thinking skills. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 18*(1), 1–20. https://doi.org/10.1186/s41239-020-00238-7

Rider, S., Peters, M., Hyvönen, M., & Besley, T. (2021). World-class universities: A contested concept. En *Evaluating education: Normative systems and institutional practices.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7598-3

Sánchez, M., García, M., Martínez, A., & Buzo, E. (2020). El examen de ingreso a la Universidad Nacional Autónoma de México: Evidencias de validez de una prueba de alto impacto y gran escala. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 13*(2), 107–128. https://doi.org/10.15366/riee2020.13.2.006

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2023). *Programas de estudio para la generación 2023–2026 (MCCEMS).* https://dgb.sep.gob.mx/programas-de-estudio

Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS). (2019). *La Nueva Escuela Mexicana: Principios y orientaciones pedagógicas.*

Siemens, G. (2004). Connectivism: A learning theory for the digital age.

Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2020). *Sistema de indicadores básicos del TecNM: Ciclo 2019–2020.* TecNM.

Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2022). *Anuario resumen 2021–2022.* TecNM.

Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2024). *Modelo educativo del Tecnológico Nacional de México: Humanismo para la justicia social.*

Tecnológico Nacional de México (TecNM). (2024a). *Planes y programas de estudio de las carreras de licenciatura.* https://www.tecnm.mx/?vista=Licenciaturas

UTILIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE CUADROS DE MANDO

USING A BUSINESS INTELLIGENCE TOOL FOR CREATION OF DASHBOARDS

M. V. Chan Pavón[1]
R. A. Cool Padilla[2]
T. E. Ramírez Ortegón[3]
M. R. Cruz Díaz[4]

RESUMEN

El uso de herramientas de inteligencia de negocios en particular el Power BI de Microsoft©, permite analizar una gran cantidad de datos en tiempo real mediante la visualización de informes interactivos. En este trabajo se extrajeron los datos de todas las vacantes publicadas en el Sistema de Bolsa de Trabajo de la Universidad Autónoma de Yucatán para la Facultad de Matemáticas. Se analizó el comportamiento de estas de 2016 a 2024. Como resultados se obtuvo un cuadro de mando o *Dashboard* (como se le conoce en inglés) con diferentes visualizaciones que contiene información de: total de vacantes, sueldo promedio, tipos de empleo, programa de estudio, mes de publicación, lugar donde se oferta la vacante y puesto ofertado por la empresa. Se observaron patrones en los meses que se publican el mayor número de vacantes siendo estos los meses de inicio de semestre por el tipo de empleo denominado prácticas profesionales, por otro lado, la mayoría de las vacantes que se ofertan son para empresas de la región. Sin embargo, para los programas del área de computación las vacantes ofertadas rebasan las fronteras de nuestro país. En conclusión, la utilización de este tipo de herramientas permitirá a la Universidad conocer las demandas del campo laboral en tiempo real y tomar decisiones sobre la pertinencia de sus programas, por lo que para trabajos futuros a corto plazo se replicará este modelo de *Dashboard* en todo el Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías y una vez validado se propondrá utilizarlo en todos los Campus.

ABSTRACT

The use of business intelligence tools, particularly Microsoft© Power BI, allows the analysis of a large amount of data in real time through the visualization of interactive reports. In this work we extracted the data of all the vacancies published at the Autonomous University of Yucatan Job Board System for the Faculty of Mathematics. The behavior of these from 2016 to 2024 was analyzed. As results, a dashboard was obtained with different visualizations containing information on total vacancies, average salary, types of employment, program of study, month of publication, place where the vacancy is offered and position offered by the company. Patterns were observed in the months in which the greatest number of vacancies are published, these being the months of the beginning of the semester for the type of employment called internships, on the other hand, most of the vacancies offered are for companies in the region. However, for programs in the computer area, the vacancies offered go beyond the borders of our country. In conclusion, the use of this type of tools will allow the University to know the demands of the labor field in real time and make decisions about the relevance of its programs, so for future work in the short term this dashboard model will be replicated throughout the Exact Sciences and Engineering Campus and once validated, it will be proposed to use it in all campuses.

[1] Profesor Responsable Bolsa de trabajo, Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán, cpavon@correo.uady.mx
[2] Profesor Responsable Bolsa de trabajo, Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, ruben.cool@correo.uady.mx
[3] Profesor Responsable Bolsa de trabajo, Facultad Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán. teresa.ramirez@correo.uady.mx
[4] Coord. Comité Institucional de Bolsa de Trabajo, Universidad Autónoma de Yucatán. mildred.cruz@correo.uady.mx

ANTECEDENTES

El uso de herramientas de análisis de datos y visualización de negocios permiten a las organizaciones tomar mejores decisiones ya que estas permiten contar con información precisa y oportuna, es decir en base a información en tiempo real basada en los datos. Por otro lado, el trabajo colaborativo se vuelve más eficiente ya que permite una gran variedad de informes interactivos que fácilmente pueden ser compartidos con otros usuarios de la organización e incluso fuera de la misma, ahorrando tiempo de trabajo.

En el mundo actual la inteligencia artificial (IA) juega un papel preponderante en todas las áreas de la vida y la Universidad es una de las áreas en la que la IA es una herramienta que ha ido creciendo en uso, conforme pasa el tiempo. Existen diversos actores que opinan la importancia y el riesgo del uso sin regulación o sin supervisión cercana.

Álvarez (2024) menciona que la Inteligencia Artificial (IA) no es un concepto reciente, sino un campo en constante evolución desde la década de 1950. Su definición varía, pero en términos generales se entiende como la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones a partir de datos. Otros autores la clasifican como un grupo de tecnologías que aprenden a través de la experiencia y la adaptación (Purdy y Daugherty, 2016), en otras ocasiones como una ciencia y, a su vez, un grupo de tecnologías (Stone et al., 2016). Su desarrollo ha impulsado avances tecnológicos clave, aunque también genera debates sobre sus beneficios, riesgos y la necesidad de formación adecuada para su uso responsable.

En el mundo de la IA existen diferentes herramientas como el “Dashboard” que en español se le conoce como tablero o cuadro de mando que han sido evaluadas o estudiadas. Microsoft (2023) presenta en su estudio que el término “Dashboard” o tablero se refiere a una herramienta que presenta de manera visual la información. Se puede ver como un resumen de datos recopilados y presentados de una manera fácil de comprender. Como se menciona anteriormente, en este entorno existe una diversidad de herramientas de inteligencia de negocios que permiten el diseño de tableros, cada cual puede adaptarse a las organizaciones según sus necesidades y características. Sin embargo, Power BI es actualmente el líder en el mercado de las herramientas de inteligencia de negocios.

Álvarez (2024) analizó la percepción de estudiantes de ingeniería respecto a su conocimiento y aplicación de la IA a través de un diseño no experimental y descriptivo, se encuestó a 200 estudiantes de ocho programas de ingeniería en una universidad del noreste de México. Los resultados evidenciaron carencias en el manejo de esta tecnología y resaltaron la importancia de promover su integración en la formación académica, con un enfoque ético.

Durán (2024) aborda el análisis de las políticas de admisión en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, optimizando la selección y retención de estudiantes, mediante la integración de tecnologías avanzadas, incluyendo Power BI, Python Flask, PythonAnywhere, Glitch, Anakin AI, FloX y Mixtral 8x7B. La aplicación de estas tecnologías mejora significativamente la gestión y análisis de datos, permitiendo una toma de decisiones más informada y efectiva en los procesos de admisión y políticas de inclusión, resaltando la importancia de la ciencia de datos en la educación superior. Los resultados sugieren que estas innovaciones facilitan la administración de datos y promueven una educación más inclusiva y equitativa, contribuyendo al campo de la ciencia de datos aplicada a la educación y

ofreciendo un marco para futuras investigaciones y desarrollos tecnológicos en procesos educativos.

Por otro lado, Mugaray, A, (2001) señala que la educación superior es un proyecto social que no termina en la educación y la formación profesional. Necesita que los egresados, efectivamente, aseguren una oportunidad para desempeñar productivamente su educación. He aquí la importancia de la promoción y utilización de herramientas que faciliten tanto a estudiantes como egresados la búsqueda de espacios en las empresas para adquirir su primera experiencia profesional o insertarse en algún puesto de trabajo relacionado con su licenciatura logrando su empleabilidad.

Planteamiento del problema

En la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), se implementa el modelo de estancia laboral (prácticas profesionales), en el que cada estudiante es supervisado por dos tutores: uno interno generalmente un profesor de la Facultad, y otro externo proveniente de la empresa donde se realiza la estancia. Además, el estudiante debe elaborar una bitácora de actividades y un informe final donde detalle todo lo aprendido durante el periodo de prácticas. (Ramírez, et al. 2024).

Si bien los modelos de prácticas varían según la universidad y el plan de estudios, todos comparten el mismo objetivo: Facilitar la transición de los estudiantes al ámbito profesional. (Michel et al. 2024).

La UADY justifica este modelo argumentando que permite no solo fortalecer los conocimientos y habilidades adquiridos en la carrera, sino también promover el desarrollo de habilidades profesionales adicionales y proporcionar experiencia laboral relevante, lo que aumenta la competitividad de los egresados y facilita su integración al campo laboral (Chan, et al. 2024b, como se citó en Facultad Ingeniería Química [FIQ], 2014).

La evolución de la bolsa de trabajo ha beneficiado e impactado de diferentes formas en distintas universidades del país, ya es el caso de la Universidad Autónoma de México (UNAM) que:

Según Montoya, L. (2012) señala que los responsables de Bolsa de Trabajo de Facultades y Escuelas pertenecientes a la UNAM dentro de los años 97 y 98 identificaron que los estudiantes y egresados presentaban problemáticas en reconocer sus competencias, en la elaboración de un *curriculum vitae y* escasez en habilidades para desempeñarse con éxito durante entrevistas. Debido a lo ya antes señalado la Dirección General de Operación de Servicios Educativos (DGOSE) de esta casa de estudios se dio a la tarea de rediseñar el proceso de atención del servicio de la Bolsa Universitaria de Trabajo (BUT) incluyendo un modelo de competencias, estrategias y herramientas para que los estudiantes/ egresados obtengan más oportunidades y satisfagan sus necesidades en la vinculación dentro del mercado laboral.

De igual forma la UADY define la Bolsa de trabajo dentro de la Institución como un medio de vinculación entre el sector productivo (empresas, cámaras empresariales, sociedades, asociaciones y colegios de profesionales) y la Universidad que permite identificar las

necesidades de inserción laboral (Chan, et al. 2024a). Con base en la identificación de las nuevas necesidades y tendencias que plantea el mundo del trabajo y los perfiles profesionales requeridos en el ámbito laboral, la UADY desarrolló una herramienta tecnológica que facilite a los estudiantes y egresados insertarse en el mundo laboral mediante la difusión de ofertas de empleo y/o prácticas profesionales denominada Sistema de Bolsa de Trabajo (SBT) la cual es una herramienta de búsqueda de empleo en línea, servicio basado en INTERNET.

Por lo anterior en las Universidades se han desarrollado estas herramientas bajo el nombre de Bolsa de Trabajo como parte de un servicio a la comunidad, con la finalidad antes mencionada y con un valor agregado para la institución que le permita llevar un control estadístico del comportamiento de las ofertas publicadas y posteriormente analizar la información identificando patrones y generando estadísticas de utilidad para la acreditación de sus programas de estudios.

Para esta investigación se seleccionó la herramienta Power BI de Microsoft ® para la programación del "Dashboard" que permite analizar de forma visual el comportamiento de la información en el SBT a lo largo del tiempo del Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, integrado por las Facultades de Ingeniería (FI), Matemáticas (FMAT) e Ingeniería Química (FIQ).

Objetivos y pregunta de investigación

El objetivo de la investigación es utilizar una herramienta de inteligencia de negocios para la creación de cuadros de mando que permita analizar el comportamiento de las vacantes ofertadas a través del tiempo de operación del sistema (2016-2024).

El Sistema de Bolsa de Trabajo es ampliamente utilizada por las empresas y los alumnos para la búsqueda de oportunidades de trabajo y espacios para la realización de sus prácticas profesionales, constantemente se realiza la promoción del SBT para poder incrementar el número de usuarios en la categoría empleadores que oferten sus vacantes, así como en las categorías de estudiantes y egresados. Por lo que la pregunta que se formuló para esta investigación fue la siguiente:

¿Cuál es el total de vacantes ofertadas, el sueldo base, el tipo de empleo, el estatus, localización y fecha de publicación a través del tiempo?

METODOLOGÍA

Se utilizó la herramienta de Microsoft (2023) Power BI que es una plataforma unificada y escalable de inteligencia empresarial. Esta plataforma cuenta con funciones que permiten conectarse a datos, visualizarlos e incorporarlos en aplicaciones. El Power BI, da la oportunidad de crear modelos con facilidad e informes personalizados. La colaboración se puede realizar mediante Microsoft Teams y Excel, brindando la oportunidad de tomar decisiones basadas en los datos que impulsen acciones estratégicas (Microsoft, 2023). En el programa se pueden conectar datos de diversas fuentes, sean locales o en la nube, incluyendo Azure SQL Database, Salesforce, Excel, SharePoint y Dynamics 365.

La herramienta Power BI se encuentra disponible en versiones de escritorio y servicio en la nube, Su dominio en el sector ha sido reconocido por evaluaciones como la de Gartner, destacando su alcance y facilidad de uso.

Alcance y muestra de la investigación

La presente investigación es un estudio longitudinal descriptivo que pretende analizar las vacantes ofertadas para la Facultad de Matemáticas de la UADY en la BT a través del tiempo. Los datos analizados corresponden al periodo entre los años 2016 al 2024. En la Tabla 1 se puede observar el número de vacantes ofertadas en cada facultad del campus por año.

Tabla 1. *Frecuencia del número de vacantes ofertada por Facultad entre 2016-2024.*

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total
FI	64	261	299	313	146	282	438	484	337	2624
FIQ	24	57	63	110	59	82	128	160	175	858
FMAT	44	115	133	230	84	152	240	222	236	1456

Diseño de la herramienta para la construcción del Dashboard.

La base de datos utilizada es un archivo de Excel de la Facultad de Matemáticas con las celdas: Empresa, Puesto, Área de Estudios, Programa de estudio, Años de experiencia, Tipo de empleo, Ciudad, Número de Vacantes, Sueldo, Fecha de publicación, Fecha de cierre, entre otras variables. Se definieron las siguientes métricas: Número de vacantes por programa de estudio, candidatos registrados por área de interés, Vacantes a través del tiempo, Vacantes por tipo de empleo, Sueldo promedio por licenciatura, Número de vacantes totales desde el comienzo del registro, Vacantes totales por licenciatura. Estas métricas se calcularon utilizando medidas DAX en Power BI.

El diseño del "Dashboard" está estructurado en dos páginas de tal manera que en la primera página se muestre información de las vacantes activas a las que los alumnos pueden aplicar y en la segunda página se encuentra el concentrado de todas las vacantes existentes en el historial. Para ejemplificar, en la Figura 1 y Figura 2 se muestran las imágenes del interfaz de la primera página y segunda página respectivamente para los datos correspondientes a la Facultad de Matemáticas.

En la Figura 1 se muestra la organización de la información de las vacantes activas hasta la fecha en la Bolsa de Trabajo en la Facultad de Matemáticas. A continuación, se describe cada uno de los cuadros que conforman la primera página del "dashboard".

1. Gráfico circular: considera el total de vacantes abiertas disponibles hasta la fecha en la Facultad y la proporción de vacantes para cada licenciatura de la facultad.
2. Cuadro de Licenciaturas: se selecciona la(s) carreras(s) de la facultad para filtrar la información de interés.
3. Cuadro del tipo de empleo: se selecciona el tipo de empleo de las vacantes (medio tiempo, tiempo completo y/o prácticas profesionales)
4. Cuadro del número de vacantes: con base en la selección del cuadro 1 y cuadro 2 se proporciona el número de vacantes abiertas disponibles.

5. Cuadro del promedio de sueldo de las vacantes: con base en la selección del cuadro 1 y cuadro 2 se proporciona el sueldo promedio de las vacantes abiertas disponibles.
6. Cuadro del puesto: describe los puestos de trabajo de las vacantes abiertas disponibles.
7. Cuadro de localización: muestra mediante un mapa de Google Maps la localización de las vacantes abiertas disponibles
8. Cuadro de Fecha de publicación: selecciona a partir de qué fecha se desean ver las vacantes abiertas disponibles.
9. Cuadro de Serie temporal: serie de tiempo que muestra la frecuencia de vacantes abiertas en cada día del mes a lo largo del tiempo.

Figura 1. *Interfaz de la Página 1 del Dashboard.*

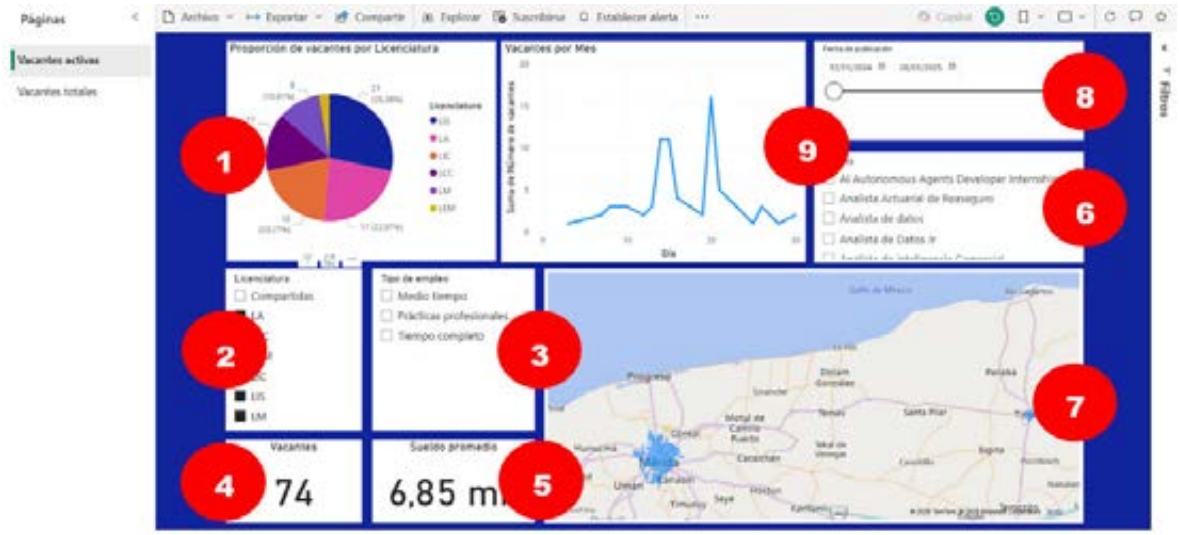
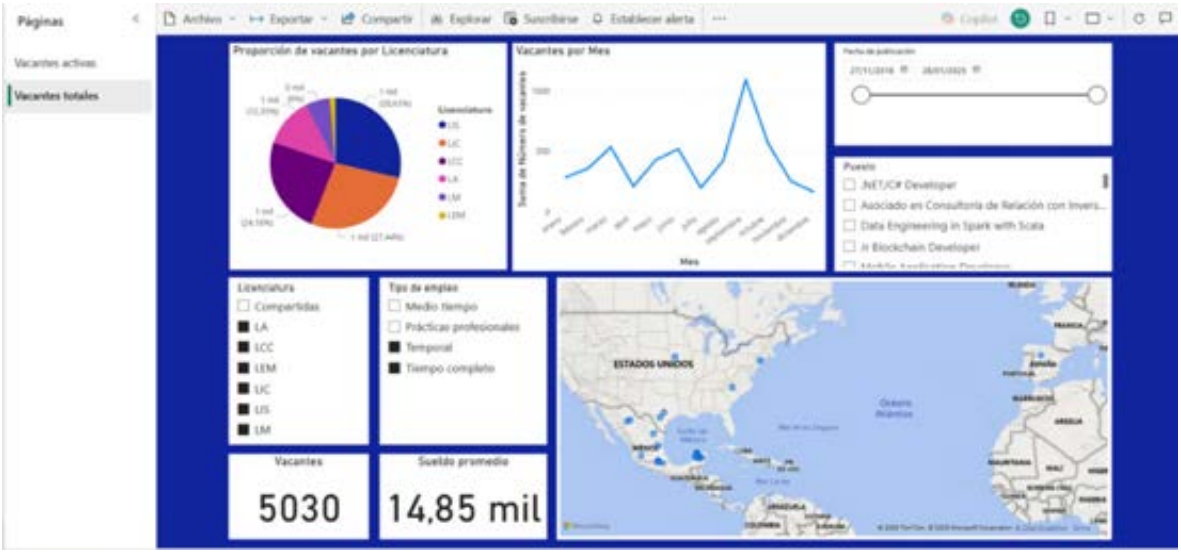


Figura 2. *Interfaz de la Página 2 del Dasboard.*



La Figura 2 muestra la organización de la información del historial de todas las vacantes publicadas hasta la fecha en la Bolsa de Trabajo (Facultad de Matemáticas), el diseño de la página 2 contiene los mismos cuadros que la página 1.

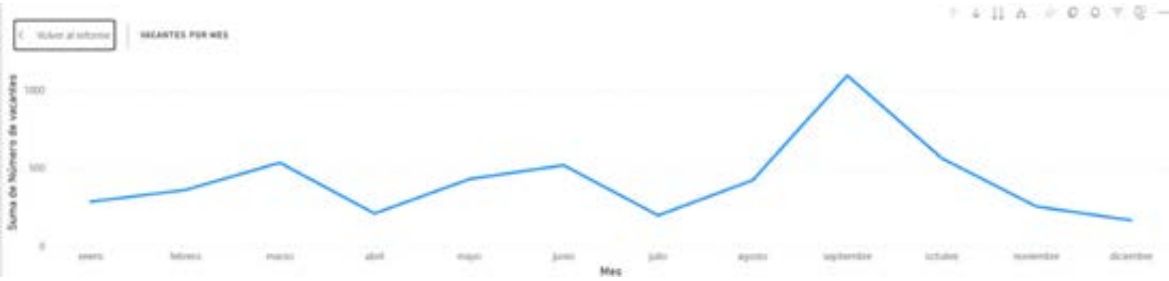
Para la automatización y actualización de los permisos se configuró la conexión con el archivo de Excel para que el tablero se actualice automáticamente cada vez que se modifiquen los datos de manera local desde el dispositivo administrador, posteriormente se subió el tablero de control a la plataforma web Power BI Service, vinculada al tablero de escritorio y por último se configuraron los permisos y accesos al tablero de control desde la plataforma de Power BI Service utilizando las cuentas administradoras para la posterior compartida de los elementos.

RESULTADOS

El análisis de datos a través del tiempo muestra números simples en la Tabla 1, las vacantes ofertadas de manera anual, donde puede observarse que el número de vacantes mayor se encuentra en la Facultad de Ingeniería, con 2624 vacantes, la Facultad de Matemáticas con 1456 vacantes y la Facultad de Ingeniería Química con 858. En la misma Tabla 1 puede observarse un crecimiento en el número de vacantes ofertadas en cada una de las facultades a través de los años, en el año 2020 el número de vacantes decreció y volvió a tomar su ritmo creciente a partir del 2021 a pesar de que la pandemia de COVID-19 no había llegado a su fin.

Este estudio longitudinal descriptivo permite visualizar a través del tiempo cómo varían las vacantes mes con mes pudiendo identificar patrones o tendencias, en la Figura 3 se ilustra el caso de la Facultad de Matemáticas, se identificó que en el mes de julio hay un aumento en la cantidad de vacantes ofertadas llegando al punto máximo en septiembre y en los meses posteriores hay una disminución en la cantidad de vacantes ofertadas.

Figura 3. *Serie de tiempo para el número de vacantes ofertadas por mes en la Facultad de Matemáticas.*



Por otra parte, el "dashboard" permite analizar para cada licenciatura el comportamiento del número de vacantes ofertadas a través del tiempo, en la Figura 4 se ilustra el caso del número de vacantes ofertadas para la Licenciatura en enseñanza de las Matemáticas (LEM), se puede observar que a mediados y finales de año hay una mayor oferta en las vacantes. Una explicación de la causa de este patrón en específico es porque el sector educativo está diseñado para dar inicios en los meses de agosto y/o enero, por lo que al necesitar recursos humanos la oferta laboral se repunta en meses previos. Por otra parte, para la Licenciatura en Ciencias Computacionales (LCC), Licenciatura en Ingeniería del Software (LIS) y

Licenciatura en Ingeniería Computacional se presenta un patrón en el cual hay repuntes en las ofertas de las vacantes en los meses de marzo, junio y septiembre.

Figura 4. *Serie de tiempo para el número de vacantes ofertadas por mes en la Facultad de Matemáticas para las carreras de LEM, LIS, LCC y LIC.*

CONCLUSIONES

- Power BI es una herramienta poderosa para la visualización y análisis de datos, especialmente en el contexto de una bolsa de trabajo.
- El proyecto demostró la importancia de la limpieza y transformación de datos para garantizar la precisión y utilidad de un tablero de control. El manejo de esta información permitió identificar algunos cruces de datos entre las facultades, que deberán de corregirse para poder realizar la segmentación adecuada de las carreras solicitadas en las vacantes por facultad.
- El tablero de control desarrollado no solo facilita la toma de decisiones, sino que también optimiza los procesos de reclutamiento y seguimiento de las licenciaturas y vacantes.
- Algunos problemas que se identificaron en la base de datos son: la ineficiencia al actualizar la base de datos debido que se hace manual. La columna "Programa de estudio" contenía múltiples valores separados por comas y espacios lo cual se solucionó creando una nueva columna con las abreviaturas de los programas de estudio utilizando una fórmula DAX.
- A partir de la programación de este primer control de mando (dashboard) se pretende realizar la réplica del modelo para las otras dos Facultades del campus, para el análisis del comportamiento de todas las vacantes por licenciatura y Facultad.
- Se pudo observar en los resultados de la tabla 1 que existen diferencias significativas en el número de vacantes ofertadas por Facultad para lo cual lo recomendable es analizar el comportamiento de los empleadores en su totalidad por campus lo cual dará lugar a tener un dashboard más completo que permitirá encontrar patrones y aplicar estrategias para incrementar el número de empleadores.
- Un hallazgo significativo de la primera versión del dashboard fue la visualización de vacantes internacionales en el cuadro de localización. Esto demuestra que el Sistema de Bolsa de Trabajo de la UADY está trascendiendo fronteras, posicionándose como un referente clave para la inserción laboral de sus egresados y fomentando la internacionalización de sus programas de estudio.

Recomendaciones

- Permitir el acceso a la base de datos principal para realizar las consultas de forma más eficaz y la actualización en tiempo real de los datos de la bolsa de trabajo.
- Considerar la inclusión de un apartado similar a la plataforma online bolsa de trabajo UADY
- Considerar el desarrollo de paneles específicos para las audiencias como empleadores y candidatos.

BIBLIOGRAFIA

Álvarez, N., Treviño, A., González, A., Castillo, J. (2024). La Inteligencia Artificial y Formación de Ingenieros: Una visión desde la apreciación de los estudiantes. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16(1)*, 748-758.

Chan, M., Cruz, M. y Ramirez, T. (2024a). Panorama de la inserción laboral Universitaria a través del uso de la herramienta de Bolsa de Trabajo de la Universidad Autónoma de Yucatán. *Advances in Engineering and Innovation, 9(19)*, 176-190.

Chan, M., Ramírez, T., Ordaz, M. y Bargas, E. (2024b). Las mujeres STEM y su vinculación con el sector empresarial. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 11(16)*, 520-529.

Durán, A. (2024). Desarrollo de herramientas tecnológicas y análisis de datos académicos para fortalecer la toma de decisiones en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería).

Martínez, S., Castro, I y Santillán, I. (2024). Aplicación de La Inteligencia Artificial En La Enseñanza de La Ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16(1)*, 111-118.

Michel, E., Garay, L., Martínez, C., & Venegas, B. (2024). Impacto de la pandemia por COVID-19 en el rendimiento escolar de estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital, vol.*11(16), 372, ISSN: 2395-9878 https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/968

Microsoft (2023). ¿Qué es Power BI? https://powerbi.microsoft.com/es-es/what-is-power-bi/

Purdy, M. y Daugherty, P. (2016). Inteligencia Artificial, el Futuro del Crecimiento. Accenture. https://www.prevencionintegral.com/sites/default/files/noticia/37658/field_adjuntos/accentureinteligenciaartificialelfuturodelcrecimientoesp.pdf

Montoya Jiménez, L. P. (2012). Un Nuevo Modelo de Reclutamiento y Selección basado en Competencias: La Bolsa Universitaria De Trabajo U.N.A.M. *Xihmai, 3(5), 3-14.*

Mungaray A. (2001). La educación superior y el mercado de trabajo profesional REDIE. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, *3(1)*, 55-66. https://www.redalyc.org/pdf/155/15503104.pdf

Ramírez, T., Ricalde, L., & Zaragoza, J. (2024). La coevaluación como parte de la formación profesional de los ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital, vol.11(16), 141, ISSN: 2395-9878 https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/945*

Universidad Autónoma de Yucatán. UADY (2024). Bolsa de trabajo. Recuperado de: https://www.bolsadetrabajo.uady.mx/

Universidad Autónoma de Yucatán (2019). Plan de Desarrollo Institucional 2019-2030.

UADY Institucional (2023). Nuestra Universidad - Datos 2023. Recuperado de: https://www.youtube.com/watch?v=0rZYDgMWl6Q

IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN LA INNOVACIÓN EDUCATIVA EN INGENIERÍA

IMPACT OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON EDUCATIONAL INNOVATION IN ENGINEERING

V. M. Sánchez Sánchez[1]
A. Romo Cabrera[2]
M. Sosa Rodríguez[3]
J. I. Campos Bravo[4]

RESUMEN

La inteligencia artificial generativa (IAG) ha emergido como una herramienta innovadora con el potencial de transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta tecnología permite generar contenido educativo adaptativo y entornos de aprendizaje personalizados, facilitando que los estudiantes desarrollen competencias clave. Este estudio analiza el impacto de la integración de herramientas de IAG en la enseñanza, tomando como base un curso de formación impartido a 57 docentes, en el cual se exploraron diversas herramientas y estrategias de optimización pedagógica implementando IAG. Los resultados indican que el 100% de los docentes implementó al menos una herramienta de IAG, siendo ChatGPT la más utilizada. Además, se registró un incremento del 75% en la tasa de aprobación estudiantil. Además, el 75.1% reportó una reducción en el tiempo de preparación de materiales, el 81.3% percibió mejoras en la calidad de los recursos generados y el 83.3% encontró beneficios en la estructuración de actividades y rúbricas de evaluación. No obstante, algunos participantes destacaron la necesidad de herramientas más especializadas que minimicen la revisión manual. Estos hallazgos sugieren que la IAG puede optimizar la enseñanza en ingeniería; sin embargo, su integración efectiva requiere metodologías adecuadas y capacitación continua para los docentes.

ABSTRACT

Generative Artificial Intelligence (GAI) has emerged as an innovative tool with the potential to transform teaching and learning processes. This technology enables the generation of adaptive educational content and personalized learning environments, facilitating the development of key competencies among students. This study analyzes the impact of integrating GAI tools into teaching, based on a training course attended by 57 teachers, in which various tools and pedagogical optimization strategies using GAI were explored. The results indicate that 100% of the teachers implemented at least one GAI tool, with ChatGPT being the most widely used. Additionally, there was a 75% increase in the student pass rate. Furthermore, 75.1% reported a reduction in material preparation time, 81.3% perceived improvements in the quality of generated resources, and 83.3% found benefits in structuring activities and evaluation rubrics. However, some participants highlighted the need for more specialized tools to minimize manual review. These findings suggest that GAI can optimize engineering education; however, its effective integration requires appropriate methodologies and continuous teacher training.

ANTECEDENTES

En las últimas décadas, la educación en ingeniería ha enfrentado desafíos significativos derivados de la rápida evolución tecnológica y la necesidad de adaptar los métodos de enseñanza para satisfacer las demandas del mercado laboral. La incorporación de herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje ha permitido una transición hacia modelos educativos más dinámicos y personalizados. En este contexto, la

[1] Profesor de Asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, victorsanchezh0@aragon.unam.mx
[2] Directora, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, direccion@aragon.unam.mx
[3] Jefe de División, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, ingenierias@aragon.unam.mx
[4] Profesor de Asignatura, Facultad de Estudios Superiores Aragón UNAM, jorgecampos47@aragon.unam.mx

inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una herramienta clave para innovar en los métodos pedagógicos y potenciar las capacidades de los docentes y estudiantes (Elmourabit et al., 2024).

Particularmente, la IAG, una subárea de la IA que incluye tecnologías como los modelos de lenguaje avanzados y los generadores de contenido visual, ha demostrado un potencial significativo en el ámbito educativo. Estas herramientas han sido utilizadas para facilitar la creación de contenido didáctico, personalizar experiencias de aprendizaje y fomentar la creatividad en el aula (Pugach & Startseva, 2024; Chow, 2024). Sin embargo, su adopción dentro de la formación en ingeniería sigue siendo limitada debido a barreras como la falta de capacitación docente y la ausencia de un marco metodológico claro para su implementación.

En este contexto, el curso "***Inteligencia Artificial Generativa Aplicada al Aula***", impartido durante el semestre del ciclo académico 2025-1 en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), ofreció un espacio de formación para docentes interesados en explorar el uso de estas tecnologías. Este curso generó datos relevantes sobre el interés de los educadores en actualizar sus competencias y adoptar herramientas de IAG en sus prácticas pedagógicas. Este interés está estrechamente relacionado con el creciente uso de estas herramientas por parte de la comunidad universitaria, quienes han identificado en ellas un potencial significativo para optimizar procesos académicos y mejorar la interacción en el aula (Sánchez et al., 2024).

Además, estudios como el de Morandín-Ahuerma (2024) subrayan que el uso dual de las herramientas de IAG, tanto en la automatización como en la creación, permite fortalecer la enseñanza al tiempo que prepara a los estudiantes para enfrentar entornos laborales altamente digitalizados. La incorporación de estas tecnologías en la formación en ingeniería no solo responde a las demandas de la industria, sino que también fomenta la innovación en el diseño de métodos pedagógicos y actividades académicas (Varga & Marton, 2024).

Estos antecedentes subrayan la necesidad de analizar el impacto de la IAG en los métodos educativos y explorar estrategias efectivas para su integración en la enseñanza de la ingeniería, promoviendo la innovación y la mejora continua en la formación de profesionales.

METODOLOGIA

El presente estudio se fundamenta en un análisis cuantitativo y cualitativo orientado a evaluar el impacto de la IAG en la práctica docente dentro del ámbito de la formación en ingeniería. Este trabajo se construyó sobre los hallazgos de una investigación previa (Sánchez et al., 2024), en la que se examinó el uso de herramientas de IAG en la comunidad universitaria. Dicha investigación proporcionó un panorama inicial sobre las tendencias de adopción de estas tecnologías, identificando los usos más frecuentes por parte de los estudiantes y docentes, así como los desafíos asociados con su implementación en entornos educativos. A partir de estos resultados, se diseñó el curso " ***Inteligencia Artificial Generativa Aplicada al Aula*** ", con el objetivo de profundizar en la capacitación docente y evaluar el impacto de la IAG en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Diseño del curso y proceso de recolección de datos

El curso fue impartido en un periodo intensivo de cinco días, con una carga diaria de cuatro horas, totalizando 20 horas de formación. Las sesiones se desarrollaron completamente en línea, facilitando el acceso de los docentes desde distintas ubicaciones geográficas y promoviendo un entorno de aprendizaje flexible y adaptable a las necesidades individuales.

El contenido del curso se estructuró en cinco módulos temáticos:

1. **Introducción a la IAG**: En este primer bloque, se abordó el concepto de inteligencia artificial desde una perspectiva general, explorando sus orígenes, evolución y el impacto que ha tenido en distintas áreas de la humanidad. Se discutieron las aplicaciones contemporáneas de la IA en sectores como la salud, la industria, la ciencia y la educación, haciendo énfasis en la importancia de desarrollar sistemas inteligentes para la optimización de procesos. Posteriormente, se introdujo el concepto de IAG, destacando su diferencia con otros tipos de IA y su creciente adopción en el ámbito educativo.
2. **Herramientas de IA aplicadas a la educación**: En este módulo, se presentaron diversas herramientas de IAG con aplicaciones específicas para la docencia. Se analizaron plataformas como Gradescope (evaluación automatizada), ChatGPT (asistente conversacional y generador de contenido), Descript (edición de audio y video con IA), DALL·E (generación de imágenes a partir de texto) y Gamma App (creación de presentaciones con IA), entre otras. Además, se llevaron a cabo prácticas sobre el uso de *"prompts"*, incluyendo su estructura, componentes y estrategias para mejorar su precisión en la generación de respuestas relevantes.
3. **Desafíos éticos en la IAG**: Este bloque se centró en los principales desafíos y limitaciones de las herramientas de IAG, con un enfoque particular en el fenómeno de la alucinación de la IA, que hace referencia a la generación de información incorrecta o ficticia. Se discutió la responsabilidad del usuario en la validación del contenido generado y el impacto de estas herramientas en la ética profesional. Como parte de la formación, los docentes participaron en un debate moral basado en una analogía propuesta en la que una IA tenía un papel determinante en un contexto académico. Adicionalmente, se exploró la evolución de las habilidades profesionales a lo largo de la historia y cómo los docentes deben adaptar su rol frente a la integración de nuevas tecnologías.
4. **Metodologías para la optimización en la planificación docente**: En este módulo, se exploraron estrategias para maximizar la utilidad de la IAG en la planificación académica. Se capacitó a los docentes en la formulación de *"prompts"* efectivos para obtener información precisa y concisa, así como en la evaluación y modificación del contenido generado por estas herramientas. Se realizaron comparaciones entre los tiempos de preparación de materiales didácticos con y sin IA, resaltando la eficiencia que pueden proporcionar estas herramientas en la organización de clases, elaboración de materiales y diseño de actividades evaluativas.
5. **Implementación de IAG en la práctica docente**: Como actividad final del curso, los docentes participaron en una práctica integral en la que debían diseñar una planificación completa para sus clases, incorporando herramientas de IAG. Esta planificación incluyó:
    - El desarrollo de la estructura de los temas de sus asignaturas.
    - La planeación de prácticas y tareas alineadas con los objetivos de aprendizaje.
    - La creación de rúbricas de evaluación detalladas para cada actividad.

- La generación de materiales didácticos para las primeras dos sesiones del curso que imparten.

Esta actividad permitió evaluar en qué medida los docentes eran capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en el curso y cómo integraban la IAG en la optimización de sus procesos pedagógicos.

Para la recolección de datos, se utilizaron cuestionarios estructurados aplicados a través de Google Forms, los cuales fueron administrados al finalizar el semestre subsecuente a la impartición del curso, correspondiente al periodo 2025-1. Esto permitió evaluar no solo la adopción inmediata de las herramientas de IAG, sino también su impacto a mediano plazo en la práctica docente. Un total de 57 docentes participaron en el curso y completaron los cuestionarios, proporcionando datos valiosos para el análisis.

Evaluación cuantitativa

Desde una perspectiva cuantitativa, se establecieron dos indicadores principales para medir el impacto de la IAG en la enseñanza:

- **Tasa de adopción de herramientas de IAG**: Se cuantificó el número de docentes que, tras su participación en el curso, integraron al menos una herramienta de IAG en la planificación y desarrollo de sus materiales educativos.
- **Impacto en el rendimiento estudiantil**: Se compararon los resultados académicos de los estudiantes antes y después de la implementación de IAG en la preparación de materiales didácticos. Se analizó la proporción de estudiantes aprobados en la asignatura y la calidad de los proyectos entregados, considerando criterios de evaluación previamente establecidos.

Evaluación cualitativa

Desde una perspectiva cualitativa, se exploró la percepción de los docentes respecto a los cambios en su metodología de enseñanza derivados de la integración de IAG. Se evaluaron los siguientes aspectos:

- **Optimización del tiempo de planificación didáctica:** Se examinó si los docentes percibieron una reducción en el tiempo requerido para la preparación de clases, materiales y actividades.
- **Calidad de los materiales didácticos generados:** Se analizó la percepción de los docentes sobre la mejora en la estructuración y presentación de sus recursos educativos.
- **Impacto en la planificación de tareas y rúbricas:** Se estudió cómo la IAG contribuyó a la creación de actividades académicas y a la definición de criterios de evaluación más estructurados y objetivos.

Consideraciones éticas y privacidad de los datos

Para garantizar la validez de los resultados y minimizar posibles sesgos, se tomaron en cuenta medidas de privacidad en la recopilación de datos, asegurando la confidencialidad de la información de los estudiantes y evitando el acceso a calificaciones individuales. Sin embargo, se analizaron tendencias y patrones de desempeño de manera agregada, lo que

permitió obtener una visión clara del impacto general de la IAG en el proceso de enseñanza-aprendizaje sin comprometer la privacidad de los participantes.

RESULTADOS

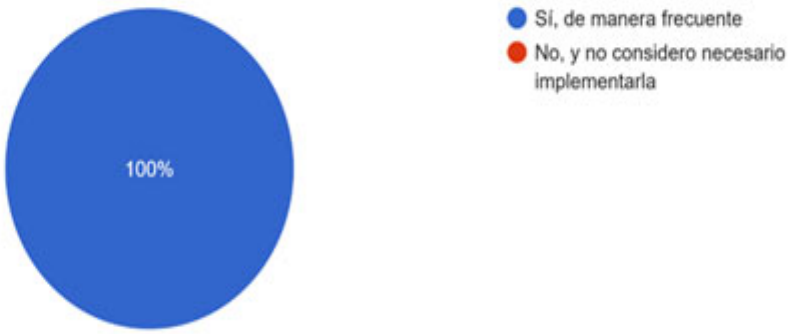
Para evaluar el impacto de la IAG en la enseñanza, se recopilaron datos cuantitativos y cualitativos a partir de cuestionarios aplicados a los docentes participantes. Los resultados obtenidos permiten identificar tendencias clave en la adopción de estas herramientas, así como en su influencia en la planificación académica, la calidad de los materiales generados y la estructuración de actividades y rúbricas de evaluación. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes de la investigación.

Resultados Cuantitativos

Los datos obtenidos revelan que el **100% de los docentes participantes** integraron al menos una herramienta de IAG en sus cursos tras haber completado la capacitación. Entre las herramientas adoptadas, la más utilizada fue ChatGPT, destacándose en múltiples comentarios como un recurso clave para la optimización de la preparación de clases y la generación de materiales didácticos. Estos resultados evidencian el creciente interés del cuerpo docente por incorporar nuevas tecnologías en su práctica pedagógica con el fin de mejorar la calidad y eficiencia de su enseñanza.

La Figura 1 ilustra la distribución de los docentes que implementaron IA en sus cursos, destacando la adopción generalizada de estas herramientas dentro del aula.

Figura 1. *Porcentaje de docentes que implementaron IA en sus cursos.*

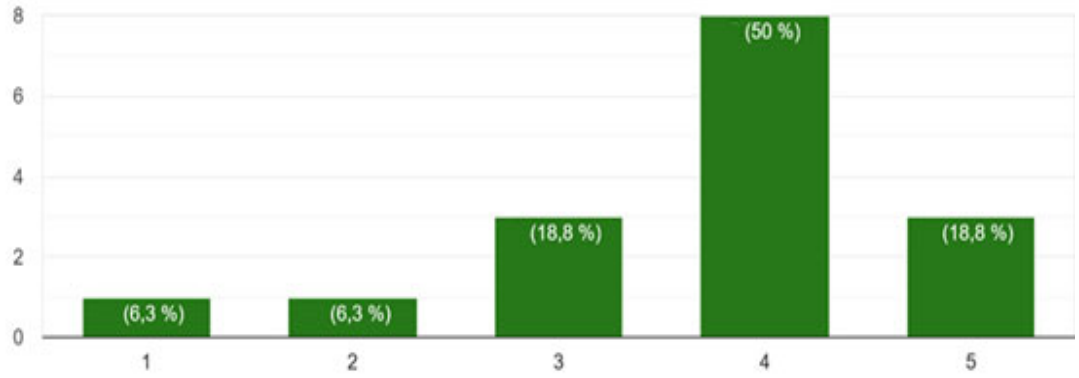


Asimismo, se observó una mejora en los índices de aprobación estudiantil en las asignaturas impartidas por los docentes participantes. En particular, se registró un incremento del **75% en la tasa de aprovechamiento académico** tras la integración de herramientas de IAG en las metodologías de enseñanza. Este hallazgo sugiere que el uso de estas tecnologías no solo

optimiza la labor docente, sino que también contribuye positivamente al desempeño estudiantil, favoreciendo el aprendizaje y la comprensión de los contenidos impartidos.

La Figura 2 presenta la distribución de los niveles de aprovechamiento estudiantil después de la implementación de IAG, mostrando un impacto positivo en la tasa de aprobación de los estudiantes.

Figura 2. *Impacto en la tasa de aprovechamiento académico de los estudiantes.*



Resultados Cualitativos

Desde un enfoque cualitativo, los resultados indican que la optimización del tiempo en la preparación de materiales didácticos fue uno de los efectos más relevantes de la implementación de la IAG. En particular, el **75.1% de los docentes** reportaron una reducción en el tiempo dedicado a la elaboración de sus materiales, con una distribución del impacto de la siguiente manera:

- **18.8%** experimentó una reducción significativa en el tiempo de preparación.
- **56.3%** reportó una reducción moderada en sus tiempos de trabajo.

La Figura 3 muestra la percepción de los docentes sobre la reducción del tiempo de preparación de materiales didácticos, destacando que la mayoría experimentó mejoras en su eficiencia.

Figura 3. *Impacto en la reducción del tiempo de preparación de materiales didácticos.*

En términos de calidad de los materiales generados mediante IA, los resultados reflejan que el **81.3% de los docentes** percibieron una mejora en la calidad de sus recursos educativos.

Dentro de este porcentaje:

- **43.8%** reportó una mejora moderada.
- **37.5%** indicó una mejora significativa en la estructura y profundidad de los materiales generados.

No obstante, como se observa en la Figura 4, algunos docentes manifestaron que la necesidad de revisión constante de los contenidos generados por la IA sigue siendo un factor limitante. Este hallazgo refuerza la idea de que contar con herramientas más especializadas y adaptadas a los entornos educativos podría potenciar la eficacia de la inteligencia artificial en la enseñanza.

Figura 4. *Percepción sobre la calidad de los materiales generados por IA.*

Finalmente, en lo que respecta a la generación de actividades y rúbricas de evaluación, se observó que el **83.3% de los docentes** encontraron beneficios en el uso de IAG para la planificación y estructuración de criterios evaluativos. De este grupo:

- **50%** reportó una mejora moderada en la generación de actividades y rúbricas.
- **31.3%** indicó una mejora significativa en la creación y organización de instrumentos de evaluación.

Estos resultados, ilustrados en la Figura 5, sugieren que la integración de IAG en la enseñanza de la ingeniería no solo facilita la planificación docente, sino que también mejora la estructuración de actividades académicas, y permite un enfoque más eficiente y sistemático en la evaluación del aprendizaje.

Figura 5. *Impacto en la generación de actividades y rúbricas con IA.*

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la IAG representa una herramienta útil con un impacto positivo en la enseñanza de la ingeniería. La implementación de estas tecnologías ha demostrado mejorar la eficiencia en la planificación y desarrollo de materiales didácticos, optimizar el tiempo de preparación de clases y contribuir a la estructuración de criterios de evaluación más efectivos. Asimismo, se observó que su uso favorece un aumento en la tasa de aprovechamiento académico de los estudiantes, lo que sugiere que la integración de IAG en los procesos educativos puede potenciar el aprendizaje y la calidad de la enseñanza.

Desde una perspectiva cuantitativa, el 100% de los docentes adoptaron al menos una herramienta de IAG, destacando ChatGPT como la más utilizada, mientras que la tasa de aprobación estudiantil aumentó en un 75%, evidenciando un impacto positivo en el desempeño académico. En el ámbito cualitativo, el 75.1% de los docentes reportó una reducción en los tiempos de preparación de materiales, aunque algunos señalaron que la validación de los contenidos generados sigue siendo un reto. Además, el 81.3% percibió mejoras en la calidad de los materiales creados con IA y el 83.3% encontró beneficios en la estructuración de actividades y rúbricas de evaluación, aunque manifestaron la necesidad de herramientas más especializadas que minimicen la revisión manual.

Estos hallazgos sugieren que la IAG tiene un gran potencial para transformar la educación en ingeniería, proporcionando nuevas estrategias para la enseñanza y optimización del trabajo docente. Sin embargo, es crucial continuar explorando estrategias para mejorar la precisión y fiabilidad de estas herramientas, reduciendo la necesidad de revisión manual y fortaleciendo la confianza de los docentes en su uso. Además, futuras investigaciones podrían enfocarse en el impacto a largo plazo de estas tecnologías en la formación de los estudiantes, así como en el desarrollo de metodologías específicas para su integración efectiva en la enseñanza de la ingeniería.

En conclusión, la IAG no solo se perfila como un recurso valioso para la educación, sino que también plantea nuevos desafíos y oportunidades para la innovación pedagógica. Su implementación efectiva requiere una capacitación docente continua y el desarrollo de marcos metodológicos adecuados que permitan aprovechar al máximo su potencial, asegurando que su uso en el aula contribuya a una enseñanza más eficiente, estructurada y de alta calidad.

BIBLIOGRAFIA

Chow, W. W.-Y. (2024). *Generative AI: A high-performing assistant in examination design*. En *ASCILITE 2024 Conference Proceedings* (pp. 330–335). https://doi.org/10.14742/apubs.2024.730

Elmourabit, Z., Retbi, A., & El Faddouli, N.-E. (2024). *The impact of generative artificial intelligence on education: A comparative study*. En *Proceedings of the 23rd European Conference on e-Learning (ECEL 2024)* (pp. 470–476). https://doi.org/10.34190/ecel.23.1.2975

Morandín-Ahuerma, F. (2024). *Generative artificial intelligence in education: A dual-purpose tool* [Preprint]. OSF. https://doi.org/10.31219/osf.io/2c3mr

Pugach, O. I., & Startseva, N. V. (2024). Application of generative artificial intelligence in the methodical work of a university teacher: Development of test materials. *Russian Journal of Education and Psychology, 15*(5SE), 198–218. https://doi.org/10.12731/2658-4034-2024-15-5SE-562

Sánchez Sánchez, V. M., Candelario Alavez, J. L., & López Hernández, J. A. (2024). Uso de herramientas de IAG en la carrera de Ingeniería en Computación. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*, 484–491. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/980

Varga, D., & Marton, G. (2024). The future of artificial intelligence (AI) in the workplace: Opportunities and challenges. *Curentul Juridic/Juridical Current, 98*(3), 34–44. https://doi.org/10.62838/cjjc-2024-0018

IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: IMPLEMENTACIÓN Y BENEFICIOS EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER EDUCATION: IMPLEMENTATION AND BENEFITS IN TEACHING-LEARNING

J. M. Mora Valdez[1]
N. G. García Altamirano[2]

RESUMEN

El propósito de este estudio es investigar el impacto de la introducción de nuevas tecnologías, especialmente la inteligencia artificial (IA), en la enseñanza en la educación superior. El rápido desarrollo de la tecnología ha llevado a una creciente integración de herramientas basadas en IA en el entorno educativo, y el propósito de este estudio fue obtener una comprensión más profunda de cómo estas tecnologías afectan la experiencia educativa. El estudio se basa en un marco teórico que aborda aspectos clave como el constructivismo y el aprendizaje activo, la teoría de las inteligencias múltiples, la adaptabilidad y personalización del aprendizaje, el cambio de roles docentes, consideraciones éticas y de privacidad, etc. Este estudio utilizó un enfoque de método mixto que combina métodos cuantitativos y cualitativos. Se realizarán análisis de datos cuantitativos para evaluar el rendimiento académico y las percepciones de los estudiantes sobre la implementación de nuevas tecnologías. Además, se llevarán a cabo encuestas con profesores y estudiantes para obtener una comprensión más profunda del impacto de la IA en la enseñanza. Se espera que los resultados de este estudio proporcionen información valiosa para que los educadores comprendan mejor los beneficios y desafíos asociados con la implementación de nuevas tecnologías en la educación superior.

ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the impact of the introduction of new technologies, especially artificial intelligence (AI), on teaching in higher education. The rapid development of technology has led to increasing integration of AI-based tools into the educational environment, and the purpose of this study was to gain a deeper understanding of how these technologies impact the educational experience. The study is based on a theoretical framework that addresses key aspects such as constructivism and active learning, the theory of multiple intelligences, adaptability and personalization of learning, changing teaching roles, ethical and privacy considerations, etc. This study used a mixed method approach combining quantitative and qualitative methods. Quantitative data analyses will be conducted to evaluate academic performance and student perceptions of the implementation of new technologies. Additionally, surveys will be conducted with teachers and students to gain a deeper understanding of the impact of AI on teaching. The results of this study are expected to provide valuable information for educators to better understand the benefits and challenges associated with the implementation of new technologies in higher education

ANTECEDENTES

La adaptabilidad de la IA puede permitir que los estudiantes dirijan su propio aprendizaje, explorando temas a su propio ritmo y estilo, fomentando así un aprendizaje más significativo. Gardner (1983) propuso la teoría de las inteligencias múltiples, que sugiere que los

[1] Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Cd. Jiménez, jmoravaldez@gmail.com
[2] Profesora de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Cd. Jiménez, naelagarcia3@gmail.com

individuos poseen diferentes tipos de inteligencias. La implementación de la inteligencia artificial puede abordar estas diversas inteligencias, ofreciendo un enfoque personalizado para el desarrollo de habilidades. La IA puede facilitar el fortalecimiento de habilidades del siglo XXI, como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Trilling y Fadel, 2009), preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del entorno laboral actual y futuro. La teoría del aprendizaje adaptativo (Corbett y Anderson, 1995) enfatiza la capacidad de ajustar la instrucción según el progreso del estudiante. La inteligencia artificial en la educación superior puede adaptar la entrega de contenido, evaluaciones y retroalimentación según las necesidades individuales. Esto no solo promueve un aprendizaje personalizado, sino que también puede mejorar la eficacia de la enseñanza al proporcionar experiencias de aprendizaje más relevantes y contextualizadas. La integración de la inteligencia artificial puede dar lugar a un cambio en el rol del profesor, pasando de un transmisor de conocimiento a un facilitador del aprendizaje. La teoría de la pedagogía centrada en el estudiante respalda este cambio, enfocándose en la autonomía y la responsabilidad del estudiante en su propio proceso de aprendizaje. El profesor, en este contexto, actuaría como guía y facilitador, aprovechando la inteligencia artificial para personalizar la experiencia educativa y proporcionar apoyo individualizado. La implementación de tecnologías emergentes plantea desafíos éticos y de privacidad. La teoría ética de la información (Moor, 1985) proporciona principios éticos que deben guiar la implementación de la inteligencia artificial en la educación superior. Es esencial garantizar la transparencia, equidad y respeto a la privacidad de los estudiantes para evitar posibles consecuencias negativas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El avance de la Inteligencia Artificial (IA) ha generado un impacto significativo en distintos sectores, incluyendo la educación superior. Sin embargo, su adopción dentro de las instituciones académicas presenta diversos desafíos. Actualmente, existe una brecha entre la implementación de herramientas de IA en la enseñanza y el nivel de comprensión y aprovechamiento por parte de docentes y estudiantes.

A pesar de su potencial para personalizar el aprendizaje, mejorar la eficiencia en los procesos educativos y optimizar la toma de decisiones, la IA enfrenta barreras como la falta de capacitación docente, la resistencia al cambio, la carencia de infraestructura tecnológica y la incertidumbre sobre sus implicaciones éticas y pedagógicas.

Este estudio busca analizar cómo la IA está transformando la educación superior, identificando los beneficios, desafíos y preocupaciones que enfrentan las instituciones académicas al integrar estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objetivo General:

- Analizar el impacto de la Inteligencia Artificial en la educación superior, evaluando su implementación, beneficios y desafíos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Objetivos Específicos:

1. Identificar el nivel de conocimiento y uso de IA por parte de docentes y estudiantes en instituciones de educación superior.

2. Evaluar las percepciones y actitudes de los docentes hacia la integración de IA en la enseñanza.
3. Examinar las principales barreras para la implementación efectiva de IA en el aula.
4. Proponer estrategias para mejorar la adopción de IA en el contexto educativo.

METODOLOGÍA

Enfoque metodológico

Este estudio utilizó un enfoque de método mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la percepción y adopción de la inteligencia artificial en la educación superior.

Población y muestra

La muestra estuvo compuesta por estudiantes y docentes del Tecnológico de Cd. Jiménez. Se seleccionaron estudiantes de distintos semestres y docentes con experiencia en enseñanza universitaria.

Instrumento de medición

Se diseñó un cuestionario estructurado compuesto por 13 preguntas, incluyendo preguntas de opción múltiple y abiertas. Estas preguntas abordaron aspectos como el nivel de conocimiento sobre IA, experiencia previa con herramientas de IA, percepción sobre su impacto en la enseñanza, barreras para su implementación y consideraciones éticas.

Procedimiento de aplicación

El cuestionario se aplicó de manera digital mediante formularios en línea, respetando el anonimato de los participantes. Se invitó a los estudiantes y docentes a participar a través de plataformas institucionales.

Técnicas de análisis de datos

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante estadísticas descriptivas, utilizando herramientas de software para identificar tendencias en las respuestas. Para los datos cualitativos, se empleó un análisis de contenido categorizando las respuestas en patrones temáticos.

El instrumento incluyó preguntas de opción múltiple y abiertas, abordando aspectos como el nivel de conocimiento sobre inteligencia artificial, experiencia previa con herramientas de IA, percepción sobre su impacto en la enseñanza, barreras para su implementación y consideraciones éticas.

La aplicación del cuestionario se realizó de manera digital mediante formularios en línea, respetando el anonimato de los participantes. Se seleccionó una muestra de estudiantes de distintos semestres y docentes con experiencia en enseñanza universitaria, asegurando una representación adecuada del contexto académico. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando herramientas de estadística descriptiva para las respuestas cuantitativas y análisis de contenido para las respuestas cualitativas.

RESULTADOS

Resultados Cuantitativos – Estudiantes

1. Nivel de comprensión sobre IA: La mayoría de los estudiantes (66%) tiene una comprensión básica pero no completa de la IA, mientras que un 34% no tiene ningún entendimiento o es muy limitado.

2. Experiencia previa con IA: El 55% de los estudiantes ha tenido experiencia previa con herramientas o tecnologías de IA, mientras que el 45% no ha tenido ninguna experiencia directa.

3. Percepción de la IA en la educación superior: Las respuestas se dividieron entre involucrar a los estudiantes en el diseño y desarrollo de la IA (30%), proporcionar capacitación adecuada (40%) y fomentar la transparencia en el uso de la IA (30%).

Resultados Cualitativos – Estudiantes

1. Definiciones personales de IA: Los estudiantes definieron la IA en términos de máquinas y códigos que pueden realizar tareas inteligentes, ayudar con dudas o aprender y mejorar con el tiempo.
2. Experiencias específicas con IA: Incluyen el uso de chatbots, asistentes virtuales y herramientas de análisis de datos en proyectos académicos.

3. Opiniones sobre el impacto de la IA: Las opiniones varían desde la preocupación por el reemplazo de tareas humanas hasta el optimismo sobre la mejora en la eficiencia y la personalización del aprendizaje.

Resultados Cuantitativos – Docentes

1. Definición de IA en la educación superior: El 42.9% definió la IA como la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones similares a las humanas. El 28.6% destacó su potencial para mejorar la enseñanza y otro 28.6% subrayó su uso en personalización y gestión educativa.
2. Experiencia previa con IA: El 42.9% indicó no haber tenido experiencia directa con IA, mientras que otro 42.9% mencionó haber utilizado herramientas como tutores inteligentes y plataformas de aprendizaje adaptativo.
3. Percepción sobre el papel de la IA en la enseñanza: El 57.1% cree que la IA transforma la educación, mientras que el 42.9% la ve como una herramienta complementaria.

Resultados Cualitativos – Docentes

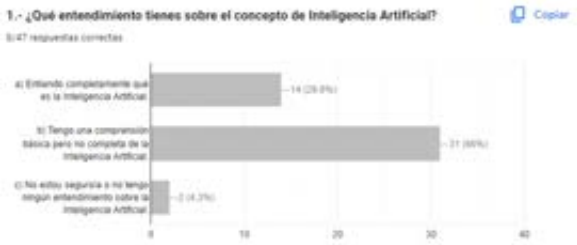
1. Obstáculos para la adopción de IA: La falta de infraestructura tecnológica (85.7%) y la resistencia al cambio (14.3%) fueron las principales barreras mencionadas.
2. Facilitadores para la implementación: El 71.4% destacó la importancia de la capacitación docente, el 14.3% sugirió la colaboración interdisciplinaria y el 14.3% propuso mayor inversión en investigación.
3. Preocupaciones éticas y morales: El 57.1% no tiene preocupaciones éticas significativas, mientras que el 42.9% no está seguro sobre sus implicaciones y requiere más información. La muestra incluyó estudiantes de distintos semestres, predominando el cuarto semestre.

Comprensión de la IA

Alumnos

Pregunta 1: La mayoría de los estudiantes (66%) tiene una comprensión básica pero no completa de la IA, mientras que un 34% no tiene ningún entendimiento o es muy limitado, como se observa en la Figura 1.

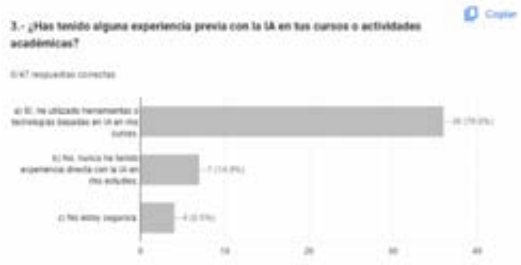
Figura 1. *Entendimiento sobre el concepto de IA.*



Experiencia previa con IA

Pregunta 3: El 55% de los estudiantes ha tenido experiencia previa con herramientas o tecnologías de IA, mientras que el 45% no ha tenido ninguna experiencia directa, como se ilustra en la Figura 2.

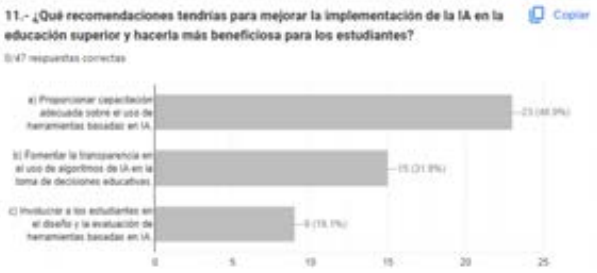
Figura 2. *Experiencia previa con IA.*



Percepción de la IA en la educación superior

Pregunta 11: Las respuestas se dividieron entre involucrar a los estudiantes en el diseño y desarrollo de la IA (30%), proporcionar capacitación adecuada (40%), y fomentar la transparencia en el uso de la IA (30%), como se puede observar en la Figura 3.

Figura 3. *Recomendaciones.*



Análisis Cualitativo

Definiciones personales de IA

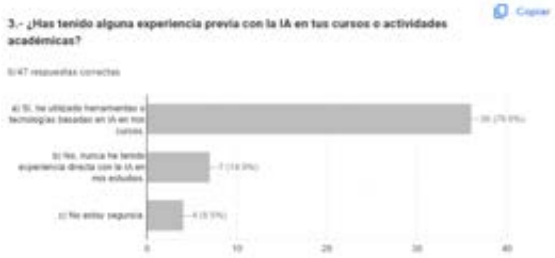
Pregunta 2: Los estudiantes definieron la IA en términos de máquinas y códigos que pueden realizar tareas inteligentes, ayudar con dudas, o aprender y mejorar con el tiempo, como se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4. *Definición de IA.*

Experiencias específicas con IA

Pregunta 4: En la Figura 5 se presentan las experiencias incluyen el uso de chatbots, asistentes virtuales, y herramientas de análisis de datos en proyectos académicos.

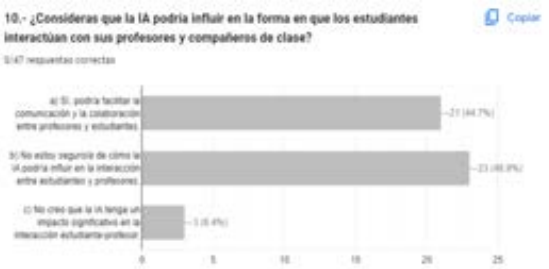
Figura 5. *Experiencia con la IA.*



Opiniones sobre el impacto de la IA

Pregunta 10: La Figura 6 se observan de manera gráfica las opiniones varían desde la preocupación por el reemplazo de tareas humanas hasta el optimismo sobre la mejora en la eficiencia y la personalización del aprendizaje.

Figura 6. *Consideraciones.*



Los Los resultados indican que los estudiantes poseen conocimientos básicos de inteligencia artificial y experiencia práctica moderada. La mayoría de los estudiantes reconocen el potencial de la inteligencia artificial para mejorar la educación, aunque también expresan preocupación por su implementación y sus posibles efectos negativos. En comparación con investigaciones anteriores, estos hallazgos están en línea con la tendencia global de que los estudiantes estén cada vez más expuestos a las tecnologías de IA, pero con distintos grados de profundidad de conocimiento y experiencia.

Docentes

Análisis cuantitativo

Definición de IA en el Contexto de la Educación Superior

Los docentes proporcionaron diversas definiciones de IA en el contexto de la educación superior. Las respuestas se clasificaron en tres categorías principales como puede observarse en la Figura 7.

Figura 7. *Definición de IA.*

1.- La capacidad de un sistema informático para realizar tareas que requieren inteligencia humana:

- El 42.9% de los encuestados definió la IA como la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones de manera similar a los humanos.

2.- Desarrollo de sistemas inteligentes para mejorar la educación:

- El 28.6% de los docentes se enfocó en cómo la IA puede mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje.

3.- Herramientas de personalización y gestión educativa:

- El 28.6% destacó el uso de la IA para personalizar el aprendizaje y mejorar la administración.

Experiencia previa en IA

Los resultados presentados en la Figura 8 revelaron una experiencia diferente con implementaciones anteriores de IA.

Figura 8. *Experiencia previa.*

1.- Sin experiencia directa con la IA:

- El 42.9% de los encuestados indicó no haber tenido experiencia directa con la IA en su enseñanza.
- Comentario típico: "No he tenido la oportunidad de implementar IA en mis cursos."

2.- Uso de herramientas de IA para la personalización del aprendizaje:

- El 42.9% de los docentes mencionó haber utilizado herramientas como tutores inteligentes y plataformas de aprendizaje adaptativo.

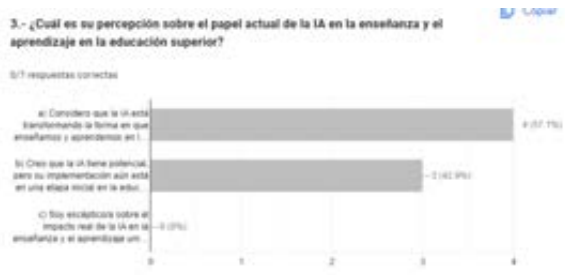
3.- Experimentación limitada con tecnologías de IA:

- El 14.3% ha explorado las posibilidades de la IA sin una implementación completa.

Percepción sobre el Papel de la IA en la Educación Superior

Las opiniones de los profesores sobre el papel actual de la inteligencia artificial en la educación difieren mucho como se ilustran en la Figura 9.

Figura 9. *Percepción.*



1.- Transformación de la enseñanza y el aprendizaje:

- El 57.1% de los docentes cree que la IA está transformando la educación al proporcionar nuevas oportunidades para personalizar el aprendizaje y mejorar los resultados.

2.- Herramienta complementaria:

- El 42.9% ve la IA como una herramienta complementaria que apoya, pero no reemplaza, al docente.

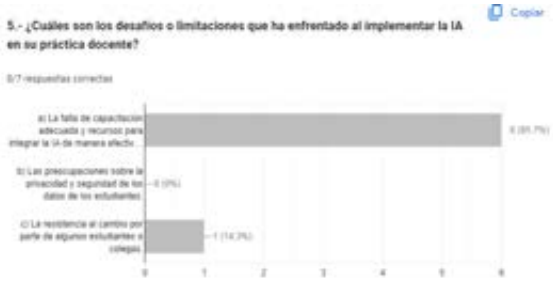
3.- Escepticismo sobre el impacto de la inteligencia artificial:

- Ningún docente se muestra escéptico ante el papel de la IA en la Educación Superior

Obstáculos para la introducción de la inteligencia artificial

En la Figura 10 se observa que los profesores identificaron una serie de obstáculos importantes para la implementación efectiva de la inteligencia artificial.

Figura *10. Desafíos.*



1.- Falta de infraestructura tecnológica adecuada:

- El 85.7% de los encuestados mencionó la falta de infraestructura como una barrera importante.

2.- Resistencia al cambio por parte de los docentes:

- El 14.3% indicó que la resistencia al cambio y la falta de formación son desafíos críticos.

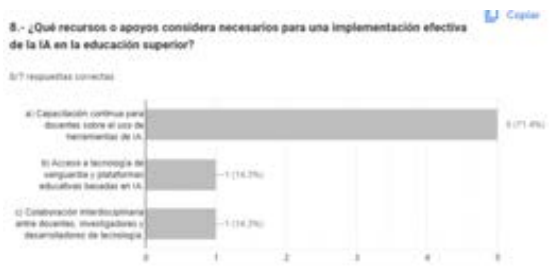
3.- Cuestiones de privacidad:

- Ningún docente expreso preocupación sobre la privacidad y seguridad de los datos de los estudiantes

Facilitadores de implementación de inteligencia artificial

En la Figura 11 se muestra que para superar estas barreras, los docentes sugirieron varios facilitadores importantes.

Figura 11. *Facilitadores de la IA.*



1.- Capacitación continua para docentes:
- El 71.4% de los encuestados subrayó la importancia de la formación continua.

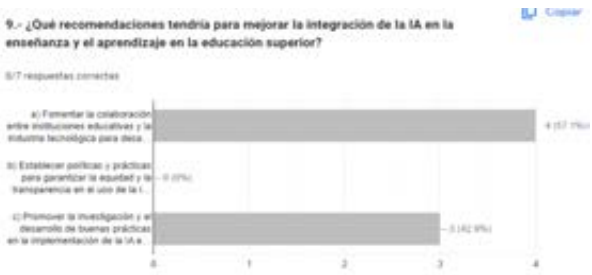
2.- Colaboración interdisciplinaria:
- El 14.3% recomendó fomentar la colaboración entre diferentes disciplinas.

3.- Investigación y desarrollo:
- El 14.3% sugirió promover la investigación en tecnologías de IA y su aplicación en la educación.

Recomendaciones para Mejorar la Integración de la IA

En la Figura 12 se puede apreciar las recomendaciones para mejorar la integración de la IA en la educación superior.

Figura 12. *Recomendaciones.*



1.- Fomentar la colaboración entre instituciones:
- El 57.1% de los docentes sugiere que la colaboración entre instituciones puede facilitar el intercambio de conocimientos y recursos.

2.- Promover la investigación y el desarrollo de tecnologías educativas basadas en IA:
- El 42.9% ve la inversión en investigación algo importante para el avance en este campo.

3.- Desarrollar políticas y regulaciones claras:
- Ningún docente considera el establecer políticas y prácticas para garantizar la equidad y la transparencia en el uso de la IA en el aula

Preocupaciones Éticas y Morales

Las preocupaciones éticas y morales sobre el uso de la IA en la educación superior son variadas de acuerdo con las respuestas que se grafican en Figura 13.

Figura 13. *Preocupaciones éticas y morales.*

1.- No tener preocupaciones éticas:

- El 57.1% de los docentes no ve problemas éticos significativos en el uso de la IA.

2.- Incertidumbre sobre las implicaciones éticas:

- El 42.9% no está seguro sobre las implicaciones éticas y requiere más información y debate.

3.- Preocupaciones sobre la privacidad y el uso de datos:

- Ningún docente se muestra preocupado por la privacidad de los datos de los estudiantes y el uso responsable de la información recopilada.

RESULTADOS

La inteligencia artificial (IA) está siendo cada vez más incorporada en la educación superior, pero los hallazgos muestran que su comprensión y experiencia de uso aún son limitadas. Un 66% de los estudiantes posee conocimientos básicos sobre IA, mientras que un 55% ha interactuado con herramientas de inteligencia artificial en actividades académicas. No obstante, para lograr una integración efectiva en los procesos educativos, es necesario que tanto estudiantes como docentes profundicen en su comprensión y aplicación.

El potencial de la IA en la educación es reconocido por la mayoría de los participantes del estudio. El 57.1% de los docentes considera que la IA transforma la enseñanza al permitir una mayor personalización del aprendizaje y mejorar la eficiencia en los procesos educativos. Los estudiantes también perciben la IA como una herramienta poderosa para optimizar su formación, especialmente en términos de aprendizaje adaptativo y automatización de tareas repetitivas. Sin embargo, a pesar de su gran potencial, la implementación de la IA enfrenta barreras significativas, como la falta de infraestructura tecnológica, identificada como un obstáculo por el 85.7% de los docentes.

Los hallazgos evidencian que, si bien los estudiantes están familiarizados con herramientas de IA, su uso en el aula sigue siendo limitado, alineándose con el objetivo de identificar su nivel de conocimiento y uso.

Ante este panorama, es fundamental garantizar educación y transparencia en el uso de la inteligencia artificial. El 71.4% de los docentes subraya la necesidad de capacitación continua para su implementación efectiva, lo que permitiría a los educadores y estudiantes desarrollar habilidades para su uso responsable y eficiente. Para maximizar los beneficios y mitigar posibles preocupaciones, es necesario adoptar estrategias claras que impulsen la formación en IA, además de establecer lineamientos éticos y políticas que regulen su uso en el ámbito educativo. Estos resultados reflejan la tendencia global de incorporar IA en la educación, pero también evidencian la importancia de abordar sus desafíos para potenciar su impacto positivo.

CONCLUSIONES

Este estudio confirma que la IA en educación superior enfrenta desafíos como la falta de capacitación docente y resistencia al cambio, pero ofrece beneficios clave como personalización del aprendizaje y optimización académica.

BIBLIOGRAFÍA

Corbett, A. T., & Anderson, J. R. (1995). Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge. *User Modeling and User-Adapted Interaction, 4*(4), 253–278. https://doi.org/10.1007/BF01099821

Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.

Moor, J. H. (1985). What is computer ethics? *Metaphilosophy, 16*(4), 266–275. https://doi.org/10.1111/j.1467-9973.1985.tb00173.x

Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass

METODOLOGÍA STEAM Y SU IMPACTO EN ÍNDICES DE TITULACIÓN: CASO PRÁCTICO INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

STEAM METHODOLOGY AND ITS IMPACT ON GRADUATION RATES: A CASE STUDY IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

F. Martínez Solís[1]
E. V. Miranda Mandujano[2]
D. M. Frías Márquez[3]
M. García Reyes[4]

RESUMEN

A nivel mundial, los índices de titulación en ingeniería muestran que un alto porcentaje de estudiantes abandona sus estudios antes de completarlos. Ante esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo evaluar un esquema basado en el modelo STEAM, donde los estudiantes construyen conocimiento a través de prácticas de laboratorio, proyectos académicos y prototipos funcionales. Para evaluar su impacto, se analizaron los índices de titulación de los últimos siete años del Programa de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Los resultados reflejan una mayor diversificación en las modalidades de titulación y un leve incremento en la tasa de egreso. Además, algunos prototipos han sido registrados ante el IMPI e INDAUTOR, lo que valida su carácter innovador y su aporte académico. El esquema propuesto en este trabajo no solo beneficia al estudiante, sino que también favorece a los profesores, ya que impulsa su producción académica y de investigación, fortaleciendo el desarrollo profesional.

ABSTRACT

Globally, engineering graduation rates show that many students drop out before completing their studies. Given this issue, the present study aims to evaluate a scheme based on the STEAM model, in which students build knowledge through laboratory practices, academic projects, and functional prototypes. The graduation rates from the past seven years of the Electrical and Electronic Engineering Program at the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco were analyzed to assess its impact. The results indicate a greater diversification in graduation modalities and a slight increase in the graduation rate. Additionally, some prototypes have been registered with IMPI and INDAUTOR, validating their innovative nature and academic contribution. The proposed scheme benefits students by providing them with a practical pathway to graduation and supports professors by enhancing their academic and research output, strengthening their professional development.

ANTECEDENTES

La educación en ingeniería enfrenta un desafío crítico a nivel global debido a las bajas tasas de titulación. La rigidez de los planes de estudio, la falta de motivación estudiantil y la brecha entre teoría y práctica han sido identificadas como factores clave que contribuyen a elevados índices de deserción (García-Fuentes et al., 2023). Además, la dificultad de los cursos básicos en ciencias exactas, la escasa implementación de metodologías innovadoras y el acceso limitado a herramientas de aprendizaje práctico han llevado a muchas universidades a replantear sus estrategias educativas.

[1] Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. fermin.martinez@ujat.mx
[2] Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. erika.miranda@ujat.mx
[3] Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. dora.frias@ujat.mx
[4] Profesor Investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. marcos.garcia@ujat.mx

En América Latina, se estima que menos del 50% de los estudiantes que ingresan a programas de ingeniería logran graduarse (Espinosa-Espinosa, 2022). Esta problemática está relacionada con la escasa implementación de metodologías pedagógicas activas, que favorecen el desarrollo de habilidades transversales demandadas en el mercado laboral. Además, diversos estudios han revelado que uno de los principales factores de deserción es la falta de integración social en el nuevo nivel educativo, lo cual suele estar condicionado por la preparación académica previa de los estudiantes (Rochin Berumen, 2021).

El enfoque tradicional en la enseñanza de la ingeniería ha priorizado la memorización de conceptos y la aplicación mecánica de fórmulas, lo que puede generar desmotivación y dificultades en la comprensión de los temas. Además, muchos programas académicos carecen de estrategias efectivas para fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos (Li, 2024).

Uno de los principales desafíos en la educación superior es la falta de conocimientos interdisciplinarios por parte de los profesores, quienes no han sido completamente capacitados en métodos modernos de enseñanza. Además, la duración y limitación de las sesiones impartidas dificultan la implementación efectiva de nuevos modelos educativos en las escuelas (García-Fuentes et al., 2023).

La metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) es una estrategia innovadora que transforma la enseñanza y el aprendizaje de estas disciplinas, promoviendo un enfoque interdisciplinario, experimental y basado en la resolución de problemas (Milaturrahmah et al., 2017).

A nivel internacional, la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se concibe como el uso pedagógico del diseño ingenieril para explorar tecnologías y aplicar conocimientos matemáticos y científicos (Johnson et al., 2021). Sin embargo, la integración del arte en STEAM fortalece la creatividad y la innovación, permitiendo una educación más dinámica y adaptable a los desafíos actuales.

Un caso de éxito fue reportado por Puebla y Pérez (2024), quienes señalaron que la estrategia didáctica basada en el enfoque STEAM mejora los indicadores asociados al desarrollo del pensamiento estadístico en los estudiantes. Asimismo, Espinosa-Espinosa (2022) reportó que el 100% de los estudiantes en la muestra analizada, a pesar de presentar conocimientos limitados al momento de ser encuestados, lograron desarrollar habilidades de pensamiento, razonamiento deductivo, lógica e indagación. Estos avances se observaron tras la implementación del desarrollo de prototipos didácticos utilizando la plataforma Arduino en cursos universitarios de electrónica.

La aplicación de proyectos donde se tenga como objetivo la solución de problemas reales sirve como una herramienta educativa para los estudiantes, fomentando así la innovación, comprensión y conciencia analítica dentro del marco STEAM. Pristianti et al. (2022) reportaron el desarrollo de un prototipo basado en STEAM utilizando el modelo ADDIE que incluye: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación. Los resultados obtenidos después del estudio indicaron que la investigación estableció una fuerte relación

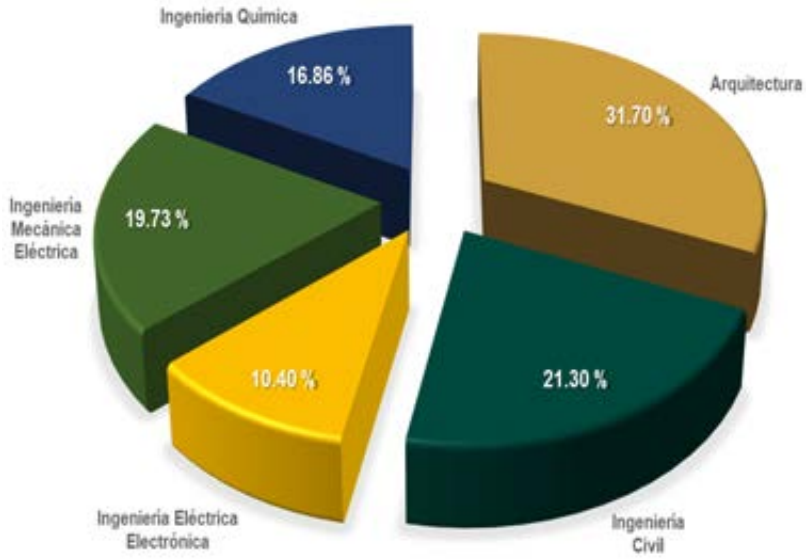
entre el prototipo y la educación STEAM, destacando el enfoque científico para medir parámetros.

El enfoque STEAM ha demostrado ser eficaz para mejorar el compromiso de los estudiantes al integrar teoría con práctica, fomentar el pensamiento crítico y estimular la creatividad. Por lo anterior, instituciones de educación superior como la División Académica de Ingeniería y Arquitectura (DAIA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), con base en las necesidades que surgen en la región, es participe en la preparación efectiva de los profesionistas implementando metodologías innovadoras en función de las necesidades del sector público y privado del Estado, todo esto, a través de sus programas educativos de licenciatura y posgrado.

La Figura 1 muestra la matrícula de la DAIA, que actualmente supera los 2615 estudiantes, de los cuales el 10.4% pertenece al Programa Educativo de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEE). En los últimos seis años, este programa ha experimentado un crecimiento en matrícula y titulación, además de una mayor diversificación en sus modalidades de titulación (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2024).

Por lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo evaluar un esquema basado en el modelo STEAM, en el cual, a través de la implementación de prototipos, los estudiantes fortalecen sus conocimientos y logran desarrollar un producto con estándares académicos adecuados para su titulación. Esto ha diversificado las modalidades de titulación e incrementado la participación de estudiantes en proyectos de investigación e innovación. Esta práctica tiene como propósito mejorar los índices de permanencia y titulación en los programas de ingeniería.

Figura 1. *Matrícula por Programa Educativo de Licenciatura (Ciclo escolar 2024-01).*



METODOLOGÍA

Se diseñó un esquema para el desarrollo de prototipos con estándares académicos para que los estudiantes pueda presentarlo como trabajo de titulación. Este ha sido aplicado por cinco profesores en el programa educativo de IEE para diversificar las modalidades de titulación y aumentar la tasa de titulación. El esquema se fundamenta en los principios del modelo STEAM, las directrices del Plan de Estudios de IEE y el perfil de la planta docente.

Características del Modelo STEAM

El modelo STEAM es considerado como un enfoque multidisciplinario que promueve un aprendizaje constructivista, más holístico y práctico. El modelo desarrolla aprendizaje basado en proyectos del mundo real, en el que se aplica el conocimiento adquirido en múltiples disciplinas (Chalmers et al., 2017). De acuerdo con Bertrand y Namukasa (2020), el modelo STEAM se orienta en un proceso de cuatro etapas, que se alinean con modelos como el de Proceso de Diseño Creativo (CDP) de Doppelt (2009) y el Proceso de Diseño de Ingeniería (EDP) reportado por English et al. (2017).

Las cuatro etapas del modelo STEAM son:

- Construcción de la Curiosidad (Building Curiosity).
- Recolección de Datos y Planificación (Collecting Data and Facts).
- Creación y Refinamiento del Prototipo (Making and Refining).
- Reflexión, Aplicación y Evaluación (Reflecting, Applying and Thinking Forward).

Los beneficios que se pueden esperar del modelo son:

- Desarrollo de pensamiento crítico y solución de problemas: los estudiantes analizan situación y generan soluciones innovadoras.
- Fomento de la creatividad e innovación: la inclusión de artes en el modelo estimula la imaginación y motiva a los estudiantes a proponer soluciones fuera de enfoques tradicionales.
- Preparación para ingenierías del futuro: el enfoque dota al estudiante de habilidades técnicas y creativas, necesarias para un mercado laboral cambiante.

Programa Educativo de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

El Plan de Estudios de IEE tiene una estructura curricular organizada por áreas de formación: General, Sustantiva Profesional, Integral Profesional y Transversal. Estas áreas se fundamentan en cuatro dimensiones de formación integral: intelectual, profesional, humana y social; estas dimensiones guardan entre sí una relación armónica y coherente en función de los objetivos educacionales. El Plan de Estudios se diseñó con 276 créditos que hacen un total de 50 asignaturas obligatorias y 6 optativas. En el área Integral Profesional se tienen dos líneas de salida: Eléctrica de Potencia y Electrónica de control. Actualmente, se cuenta con 272 alumnos inscritos, en promedio cada alumno demanda 6 asignaturas por semestre (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2017).

La UJAT, en su reglamento de titulación, ofrece 13 modalidades de titulación, de las cuales los estudiantes de IEE pueden optar por 12. Esto se debe a que la modalidad “Proyecto de Creación Artística” no es compatible con el perfil de egreso de los estudiantes.

Asignaturas con perfil STEAM

Por naturaleza, los planes de estudio en ingenierías tienen los elementos para adoptar la metodología STEAM. Ejemplo de ello es el Plan de Estudios de IEE, que en sus cuatro áreas de formación: General, Sustantiva profesional, Integral Profesional y Transversal, cuenta con asignaturas donde la metodología STEAM se puede aplicar para innovar en los métodos tradicionales de enseñanza-aprendizaje. Estas asignaturas consolidan conocimientos teóricos a través de aplicaciones prácticas, fomentando el desarrollo de habilidades y actitudes para la creación de proyectos del mundo real. Además, permiten que los estudiantes adquieran habilidades técnicas que les faciliten atender las necesidades del mercado laboral. No obstante, las limitaciones y oportunidades que ofrece un plan de estudios de ingeniería para la aplicación de la metodología STEAM dependen más del compromiso de la planta docente que la estructura curricular en sí.

Características de la planta docente

El Programa Educativo de IEE cuenta con 22 profesores y dos técnicos académicos, todos cuentan con estudios de maestría y siete de ellos poseen el grado de doctorado. El perfil profesional de los profesores, a nivel licenciatura, está relacionado directamente con las áreas de eléctrica y electrónica, los cuales corresponden al perfil de egreso del Programa Educativo de IEE. Dentro de la planta académica, tres profesores no tienen formación en eléctrica o electrónica. Sin embargo, poseen la formación y experiencia necesarias para impartir asignaturas en las áreas económico-administrativas, ciencias sociales y humanidades. Actualmente, la edad promedio de la planta docente es de 50.5 años.

Esquema de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

El Programa Educativo de IEE no contempla dentro de su Plan de Estudios metodologías orientadas al modelo STEAM. Sin embargo, las prácticas docentes de algunos profesores han permitido desarrollar mecanismos para la construcción del conocimiento a través de prácticas de laboratorio, proyectos académicos y prototipos funcionales. La Figura 2 presenta un esquema con actividades alineadas al modelo STEAM. Este esquema ha sido implementado por cinco profesores con el objetivo de diversificar las modalidades de titulación e incrementar la cantidad de estudiantes titulados anualmente. Para este estudio, se analiza la titulación en el programa IEE durante los últimos siete años.

En el esquema de la Figura 2, se inicia con la **Fase Plan de Estudios** en la que se identifican asignaturas alineadas al modelo STEAM.

En la **Fase Planta Docente,** se identifican los profesores dispuestos a modificar sus prácticas de enseñanza-aprendizaje y adaptarse al esquema de la Figura 2. En esta fase, el profesor con perfil STEAM tiene como objetivo principal desarrollar un prototipo funcional.

La **Fase Actividades STEAM** integra la etapa uno y dos del modelo STEAM: “Construcción de la Curiosidad” y “Recolección de Datos y Planificación”. Esta fase tiene como propósito despertar el interés de los estudiantes en proyectos académicos y de investigación, derivados de propuestas creativas para resolver problemáticas del mundo real, ya sean de índole industrial o social. El profesor STEAM debe presentar los proyectos de investigación con calidad académica, para que los estudiantes interesados en realizar servicio social, práctica profesional o verano científico logren resultados que les permita titularse.

De forma similar, cuando el profesor imparte una asignatura, se recomienda que incluya en sus criterios de evaluación actividades que conduzcan al estudiante a aplicar el modelo STEAM. En el esquema propuesto, se recomienda integrar en los criterios de evaluación un examen, prácticas de laboratorio y proyecto académico, con el propósito de obtener un prototipo o resultados experimentales con calidad académica, que puedan presentarse como trabajo de titulación.

En el esquema, la **Fase Objetivo** corresponde a la obtención del prototipo funcional. Esta fase está vinculada con la tercera etapa del modelo STEAM: "Creación y Refinamiento del Prototipo".

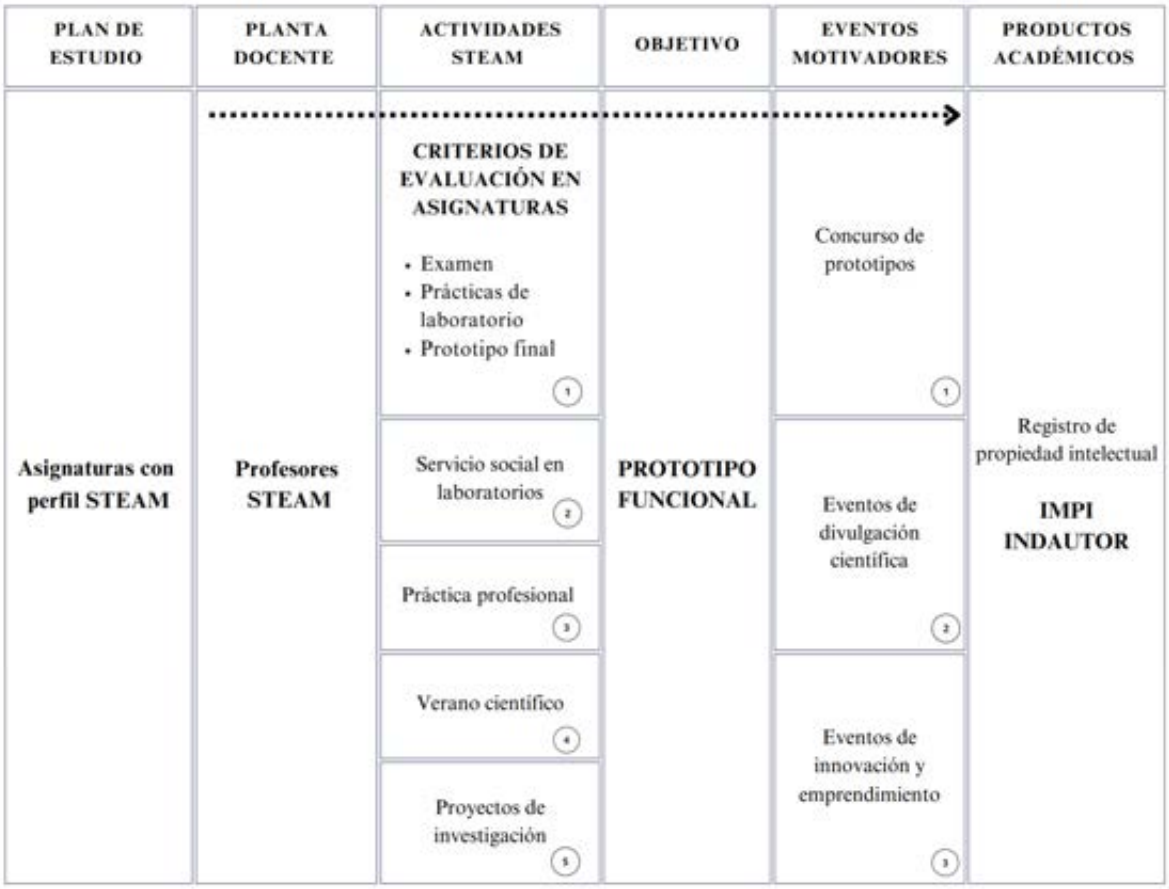
La **Fase Eventos Motivadores** se relaciona con la etapa cuatro del Modelo STEAM: "Reflexión, Aplicación y Evaluación". Una vez logrado el objetivo (prototipo funcional), el siguiente paso es motivar al estudiante y visibilidad a su trabajo. Por lo tanto, el profesor debe identificar el foro de divulgación más adecuado para el prototipo. En esta fase, la retroalimentación es clave para mejorar el prototipo con fines de registro de propiedad intelectual o para su presentación en alguna modalidad de titulación.

El PE de IEE cuenta con un foro de divulgación donde los estudiantes y profesores presentan trabajos desarrollados en las diversas asignaturas, además, se invita a investigadores a impartir conferencias magistrales para exponer sus avances de investigación. Asimismo, se invita a ingenieros del campo laboral a transmitir sus experiencias con los alumnos del PE. Adicionalmente, dentro de las actividades del Foro, se tiene un espacio para un concurso de prototipos, en el que alumnos y profesores presentan sus mejores desarrollos.

En nuestro Programa Educativo de IEE, se ha identificado que el esquema de la Figura 2 motiva la participación de los estudiantes en el desarrollo de prototipos académicos, los cuales han sido registrados como modelo de utilidad y han generado solicitudes de derechos de autor. Estos casos de éxito han contribuido al incremento de los índices de titulación, ya que los alumnos aprovechan sus proyectos académicos para participar en eventos de divulgación científica, innovación y foros, donde reciben retroalimentación para mejorar sus trabajos y, en algunos casos, ganar un incentivo económico. Estas actividades son bien valoradas por alumnos de nuevo ingreso o de primeros semestres, ya que encuentran motivación para competir, desarrollar e innovar.

Dentro de la planta docente de IEE, se identificaron cinco profesores con participación en concursos de prototipos, y algunos de ellos los han registrado ante la Universidad como material didáctico para uso en sus asignaturas. Cuatro profesores han protegido sus trabajos académicos ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), a través de solicitudes de derechos de autor y modelos de utilidad. El PE de IEE cuenta con derechos de autor de un manual de prácticas de laboratorio, un título de modelo de utilidad otorgado, y dos solicitudes de modelos de utilidad, todos ellos derivados de trabajos académicos desarrollados por estudiantes. El esquema presentado en la Figura 2, comenzó a aplicarse en el año 2019 por los cinco profesores antes mencionados.

Figura 2. *Esquema STEAM enfocado a trabajos de titulación.*

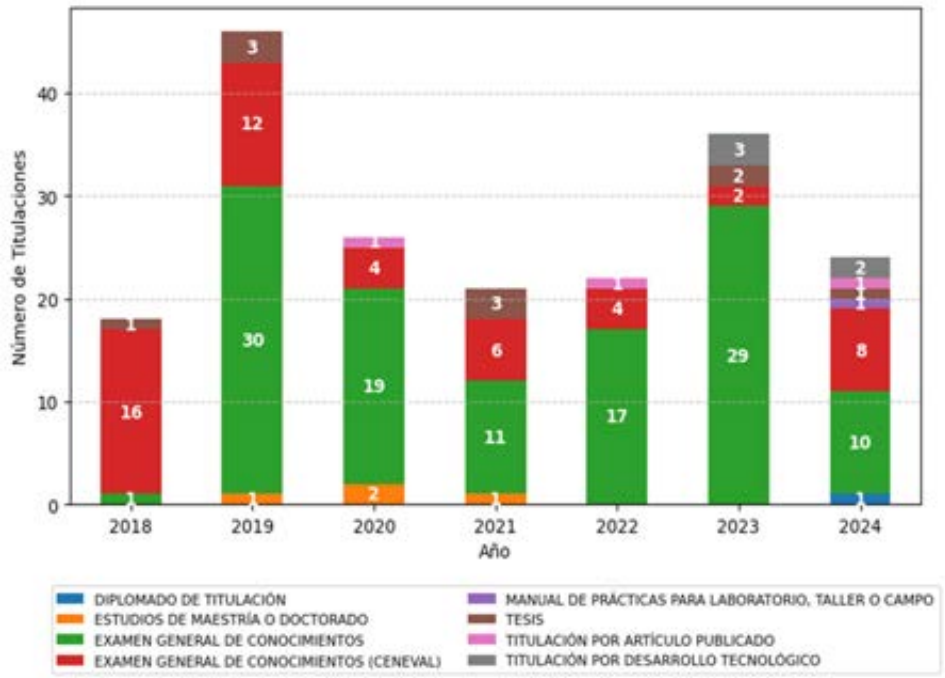


RESULTADOS

Se analizó la evolución de la titulación en los últimos siete años del Programa Educativo de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Como se puede observar en la Figura 3, en 2018 la modalidad de Examen General de Conocimientos (CENEVAL y Resolución de Problemas o Caso Prácticos) representó el 94.4 % de las titulaciones. En ese año solo se registra una tesis. En 2019, el número de tesis se incrementó a tres y se incorporó la modalidad de titulación por Estudios de maestría o Doctorado. Asimismo, en 2020 se incorporó la modalidad de titulación por Artículo publicado. En 2023, se agrega la modalidad de titulación por Desarrollo Tecnológico derivado de prototipos desarrollados bajo el esquema de la Figura 2.

Finalmente, en 2024 se observa una diversificación de las modalidades de titulación, entre las cuales destacan las siguientes: Desarrollos Tecnológicos, Tesis, Diplomado, Artículo publicado y Manual de prácticas de laboratorio, taller o campo. El gráfico de la Figura 3 muestra cómo sean diversificado las modalidades de titulación. A partir de 2019, los estudiantes han optado por modalidades de titulación relacionadas con trabajos derivados de proyectos de investigación o prototipos académicos.

Figura 3. *Modalidades de titulación de los últimos siete años del PE de IEE.*



La Tabla 1 muestra los productos académicos generados a partir del esquema presentado en la Figura 2. En algunos casos, la calidad de los prototipos permitió el registro de propiedad intelectual en el IMPI. Además, se identificaron eventos en los que los estudiantes desarrollan habilidades de comunicación oral y escrita, en algunos casos con enfoque en un plan de negocios, como los proyectos presentados en la 14ª Edición de la Expo Plan de Negocios Universitarios de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), que pueden observarse en la Tabla 1. Asimismo, los trabajos de investigación generalmente se presentan en congresos nacionales e internacionales o se publican en revistas arbitradas o indexadas.

Tabla 1. *Productos académicos de esquema STEAM aplicada en Ingeniería Eléctrica y Electrónica.*

EVENTOS/ INSTITUCIÓN DE REGISTRO	PRODUCTOS ACADÉMICOS
Título de modelo de utilidad. IMPI	Dispositivo para control de ventiladores de techo convencionales a través de dispositivos inteligentes (MX/u/2019/000182)
Solicitudes de modelos de utilidad IMPI	Dispositivo y proceso no invasivo para medir parámetros fisiológicos relacionados con los signos vitales (MX/U/2023/000244) Dispositivo electrónico con control automático para transferencia de calor a soluciones (MX/u/2024/000196)
Participación en la 14ª Edición de la Expo plan de negocios universitarios. CANACINTRA	INDETEB POSCRETI TABS HOME
Artículos publicados en revista arbitrada	Impact of cleaning and discontinuous cooling on photovoltaic panels An FPGA-based Automatic Voltage regulator for a synchronous electric generator Caracterización de parámetros de un motor eléctrico de corriente directa mediante pruebas experimentales Obtención de películas semiconductoras transparentes de ZnO por el método de centrifugado
Registros de derechos de autor INDAUTOR	Simulación de protecciones de sistemas eléctricos de potencia en software ETAP (03-2024-100913202500-01)
Prototipos (por año)	Prototipos presentados en Foros de Eléctrica Electrónica, DAIA, UJAT

CONCLUSIONES

Los índices de titulación en ingeniería representan un desafío y, generalmente, se aplican estrategias para su mejora; entre ellas destacan los Diplomados de titulación y Examen General de Conocimientos. En este trabajo se presentó un esquema apegado a prácticas del modelo STEAM, con el cual se fortaleció el conocimiento a partir de prototipos diseñados para resolver problemáticas de la vida diaria, derivados de proyectos de investigación.

El esquema, planteado en este trabajo permite que los estudiantes desarrollen habilidades técnicas de la ingeniería y habilidades de comunicación oral y escrita. Esto se debe a que los estudiantes deben presentar sus resultados de investigación en foros de divulgación científica.

Como se puede observar en los resultados, el esquema planteado en este trabajo no solo diversifica las modalidades de titulación, sino que también las incrementa. Además, permite a los profesores aumentar sus productos académicos y de investigación, los cuales pueden reportar en diversas convocatorias de calidad docente e investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. Journal of Research in Innovative Teaching & Learning, 13(1), 43–56. https://doi.org/10.1108/jrit-01-2020-0003

Chalmers, C., Carter, M. (Lyn), Cooper, T., & Nason, R. (2017). Implementing "Big Ideas" to Advance the Teaching and Learning of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). International Journal of Science and Mathematics Education, 15, 25–43. https://doi.org/10.1007/s10763-017-9799-1

Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. International Journal of Technology and Design Education, 19(1), 55–65. https://doi.org/10.1007/s10798-006-9008-y

English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings. Journal of Educational Research, 110(3), 255–271. https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1264053

Espinosa-Espinosa, M. I. (2022). Didactic prototype for the implementation of the STEAM methodology in university electronics courses using the Arduino platform with a constructivist approach to learning. Revista de Tecnología y Educación, 6(16), 10–23. https://doi.org/10.35429/jtae.2022.16.6.10.23

García-Fuentes, O., Raposo-Rivas, M., & Martínez-Figueira, M. E. (2023). STEAM education: review of literature. Revista Complutense de Educacion, 34(1), 191–202. https://doi.org/10.5209/rced.77261

Johnson, C. C., Moore, T. J., Peters-Burton, E. E., & Guzey, S. S. (2021). The need for a STEM road map. In STEM Road Map 2.0: A Framework for Integrated STEM Education in the Innovation Age. https://doi.org/10.4324/9781315753157-1

Li, J. (2024). Effective Strategies for Interdisciplinary Integration in STEAM Curriculum Design. Transactions on Social Science, Education and Humanities Research, 8, 99–105. https://doi.org/10.62051/gvesha87

Milaturrahmah, N., Mardiyana, M., & Pramudya, I. (2017). Mathematics Learning Process with Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) Approach in Indonesia. Journal of Physics: Conference Series, 895(1), 0–7. https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012030

Pristianti, M. C., Hariyono, E., & Wulandari, D. (2022). Development of STEAM-Based Rain Alarm Prototype. Studies in Learning and Teaching, 3(2), 156–167. https://doi.org/10.46627/silet.v3i2.207

Puebla, E., & Pérez, E. A. (2024). Proyectos STEAM para el desarrollo del pensamiento estadístico en estudiantes universitarios. Revista Electrónica ANFEI Digital, 16(1), 552–561. https://doi.org/10.63136/read162024987pp552

Rochin Berumen, F. L. (2021). Deserción escolar en la educación superior en México: revisión de literatura. RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo, 11(22). https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.821

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. (2017). Plan de estudios 2017: Ingeniería Eléctrica y Electrónica. https://www.ujat.mx/29/32912

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (2024). 2do Informe de Actividades DAIA 2023-2024. https://archivos.ujat.mx/2024/div-daia/2DO-INFORME-DE-ACTIVIDADES-DAIA-2023-2024.pdf.

PROYECTO DE REDUCCIÓN DE DEFECTOS EN EL PROCESO DE PINTURA EN LA FABRICACIÓN DE GUITARRAS

DEFECT REDUCTION PROJECT IN THE COATING PROCESS FOR GUITAR MANUFACTURING

A. González Carrazco[1]
L. Cardoza Avendaño[2]
V. M. Juárez Luna[3]
J. I. Aguilar Duque[4]

RESUMEN

El presente estudio aborda la reducción de defectos en el proceso de pintura de cuerpos de guitarra en una empresa dedicada a la fabricación de instrumentos musicales. A partir de la semana 17, se observó una caída significativa en el Yield del área de pintura, identificándose la contaminación como uno de los principales defectos, con un impacto del 0.973% en la producción. Se utilizó la metodología DMAIC de Six Sigma complementada con herramientas de calidad como diagramas de Pareto y pruebas de hipótesis. El análisis incluyó auditorías en cabinas de pintura, donde se detectaron fallas en los controles de limpieza y mantenimiento de filtros y chimeneas. Las pruebas de hipótesis mostraron una reducción significativa en la proporción de defectos tras la aplicación de estas medidas. Aunque no se identificó una única causa raíz del problema, se logró estabilizar el proceso y reducir la variabilidad en la proporción de defectos. Además, en este estudio se destaca la importancia de la estandarización y el monitoreo continuo en la manufactura de productos de alta calidad.

ABSTRACT

This study addresses defect reduction in the guitar body coating process at a musical instrument manufacturing company. Starting in week 17, a significant decrease in the coating area's Yield was observed, identifying contamination as one of the main defects, with an impact of 0.973% on production. The Six Sigma DMAIC methodology was used complemented by quality tools such as Pareto charts and hypothesis testing. The analysis included audits in coating booths, where deficiencies in cleaning controls and maintenance of filters and chimneys were detected. Hypothesis testing showed a significant reduction in defect rates after applying these measures. Although no single root cause of the problem was identified, the process was stabilized, and variability in defect rates was reduced. Additionally, this study highlights the importance of standardization and continuous monitoring in the manufacturing of high-quality products.

ANTECEDENTES

En la industria manufacturera de instrumentos musicales, el proceso de pintura es determinante para lograr un acabado estético y garantizar la durabilidad del producto final. La presencia de partículas extrañas en las capas de pintura afecta no solo la apariencia, sino también la funcionalidad del instrumento, lo que se traduce en retrabajos y un incremento en los costos de producción (Montgomery, 2020). Dado que la industria busca optimizar procesos mediante metodologías de mejora continua, es crucial implementar estrategias de control de calidad para reducir la variabilidad y aumentar la eficiencia operativa (Antony et al., 2017).

[1]Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. agonzalez48@uabc.edu.mx
[2]Profesora de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. lcardoza@uabc.edu.mx
[3]Profesor de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. juarezv@uabc.edu.mx
[4]Director de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño. UABC. julian.aguilar@uabc.edu.mx

El problema central de este estudio radica en la contaminación durante la aplicación de pintura, la cual se atribuye a deficiencias en los sistemas de filtrado, inadecuados procedimientos de limpieza o a la exposición del producto a partículas presentes en el ambiente. La hipótesis de este estudio plantea que, al establecer controles más rigurosos en la limpieza de cabinas, filtros y chimeneas, se logrará una disminución significativa de los defectos, impactando de manera positiva en la calidad final del proceso (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008). Este enfoque permite identificar las causas raíz de los problemas y orientar la implementación de soluciones específicas y medibles.

Para abordar esta problemática, se adoptó la metodología DMAIC de Six Sigma, la cual se ha comprobado eficaz en la optimización de procesos y en la reducción de la variabilidad en múltiples contextos industriales (McShane-Vaughn, 2022). Se llevaron a cabo auditorías en las cabinas de pintura para evaluar tanto el estado de los sistemas de filtrado como el cumplimiento de los protocolos de limpieza establecidos. Además, la aplicación de herramientas de calidad como el diagrama de Pareto, pruebas de hipótesis y gráficos de control permitieron identificar, cuantificar y visualizar la incidencia del defecto a lo largo de las diferentes etapas del proceso. La incorporación de listas de verificación (checklists) complementó estas acciones, asegurando que se cumplan los procedimientos estandarizados, lo cual fue clave para reducir la variabilidad del proceso y estabilizar la línea de producción (Pérez Márquez, 2014).

La empresa realiza un monitoreo semanal del Yield para evaluar la eficiencia de cada área y establecer metas específicas en colaboración con el equipo de trabajo y los ingenieros asignados. Este seguimiento resulta crucial para detectar desviaciones tempranas en la calidad del proceso y para implementar acciones correctivas de forma oportuna. El proyecto surge a partir de una problemática identificada en el área de pintura, donde el Yield se encuentra consistentemente por debajo del 95% objetivo, tal como se muestra en Figura 1. En particular, se ha observado un incremento en la incidencia de defectos desde la semana 17 de producción, siendo la contaminación un problema recurrente. Este defecto representa aproximadamente el 0.973% del total de defectos anuales, lo que genera rechazos y retrabajos con importantes implicaciones económicas para la empresa. Actualmente, más del 10% de la producción es rechazada en la etapa de pulido, proceso en el cual se realiza el detallado de los cuerpos para obtener un acabado tipo espejo, libre de imperfecciones superficiales. El presente estudio se enfoca el análisis y la reducción del mayor defecto dentro del conjunto de los tres principales problemas de calidad de este proceso, el de contaminación, mientras que otros equipos de ingeniería se enfocarían en los defectos restantes.

Es importante destacar que este estudio se fundamenta en datos obtenidos a través de proyectos de vinculación realizados por estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la UABC. La colaboración estrecha con empresas del sector manufacturero ha permitido recabar información de primera mano sobre la problemática, evaluar la efectividad de las medidas implementadas y adaptar las soluciones a escenarios reales. Esta sinergia entre la academia y el sector productivo no solo refuerza la validez de los hallazgos, sino que también facilita la transferencia de conocimientos y la aplicación de mejoras continuas en los procesos productivos, beneficiando tanto a la empresa como a la formación integral de los futuros profesionales.

METODOLOGÍA

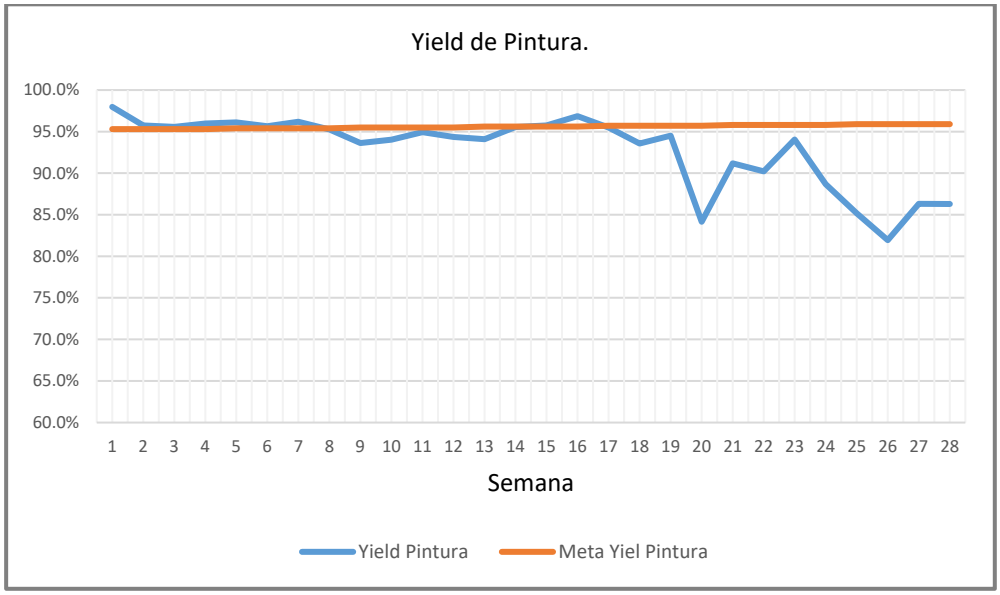
Metodología DMAIC

Para realizar mejoras significativas de manera consistente dentro de una organización, es fundamental emplear un modelo estandarizado de mejora. La metodología DMAIC, utilizada en Six Sigma, es un enfoque estructurado y disciplinado que consta de cinco fases interconectadas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Cada fase emplea herramientas específicas para responder a preguntas clave y guiar el proceso de mejora (Pyzdek & Keller, 2014).

DMAIC es una estrategia basada en datos que mejora los procesos y, aunque es un componente central de Six Sigma, también puede implementarse de manera independiente o en combinación con otros enfoques de mejora de la calidad, como Lean (Antony, 2006). A continuación, se describen sus fases:

- **Definir (Define):** Se establece el alcance del proyecto y los objetivos de mejora.
- **Medir (Measure):** Se recopilan y evalúan datos sobre el proceso.
- **Analizar (Analyze):** Se examinan los datos mediante herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales para identificar las causas raíz de los problemas.
- **Mejorar (Improve):** Se proponen e implementan soluciones basadas en el análisis previo.
- **Controlar (Control):** Se aplican métodos estadísticos para monitorear la estabilidad del proceso y prevenir la recurrencia de problemas (Montgomery, 2020).

Figura 1. *Yield de Proceso de pintura cuerpos de guitarra.*



Herramientas de Calidad.

Las siete herramientas básicas de calidad son técnicas gráficas ampliamente utilizadas en la gestión de calidad para identificar, analizar y resolver problemas. Su uso es accesible para individuos con formación básica en estadística (Ishikawa, 1985). Estas herramientas son:

1. *Diagrama de Ishikawa*: También conocido como diagrama de causa y efecto o de espina de pescado, ayuda a visualizar factores que pueden estar contribuyendo a un problema (Montgomery, 2020).
2. *Hoja de Verificación:* Permite la recopilación y organización sistemática de datos en una tabla estructurada (Basu, 2004).
3. *Gráfico de Control:* Representa visualmente la evolución de un proceso en el tiempo, facilitando la detección de variaciones inusuales (Montgomery, 2020).
4. *Histograma:* Muestra la distribución de una variable en forma de barras, facilitando la interpretación de la variabilidad del proceso (Juran & Godfrey, 1999).
5. *Diagrama de Pareto:* Organiza datos en orden descendente para identificar los factores más críticos de un problema, aplicando el principio 80/20 (Juran & Godfrey, 1999).
6. *Diagrama de Dispersión:* Representa la relación entre dos variables para evaluar correlaciones potenciales (Montgomery, 2020).
7. *Muestreo Estratificado:* Separa datos en grupos homogéneos para un análisis más detallado de la variabilidad (Basu, 2004).

Pruebas de Hipótesis.

Una hipótesis estadística es una afirmación sobre los parámetros de una población o proceso, cuya validez se evalúa con base en datos muestrales (Montgomery & Runger, 2016). Por ejemplo, la hipótesis "este proceso produce menos de un 8% de defectos" puede formularse así: Hipótesis nula (H_0): $p = 0.08$ (la proporción de defectos es del 8%); Hipótesis alternativa (H_1): $p < 0.08$ (la proporción de defectos es menor al 8%).

El procedimiento de prueba parte del supuesto de que H_0 es verdadera y, si la evidencia estadística es suficiente para rechazarla, se acepta H_1. En caso contrario, no se rechaza H_0. Para llevar a cabo una prueba de hipótesis, se selecciona una muestra aleatoria, se calcula un estadístico de prueba y se compara con una región de rechazo previamente definida. Si el estadístico cae dentro de esta región, se rechaza la hipótesis nula en favor de la alternativa (Montgomery, 2020).

El Proceso de Pintura de Cuerpos de Guitarra

La mejora se implementó en el Edificio 5, encargado del proceso de pintura de los cuerpos de guitarra. Este proceso comprende varias etapas, que incluyen la aplicación de *under coat*, lijado intermedio, aplicación de color, aplicación de *top coat* y pulido como se muestra en la Figura 2. Para ello, se emplean herramientas especializadas como lijadoras, pulidoras y pistolas de presión de aire para la aplicación de la pintura.

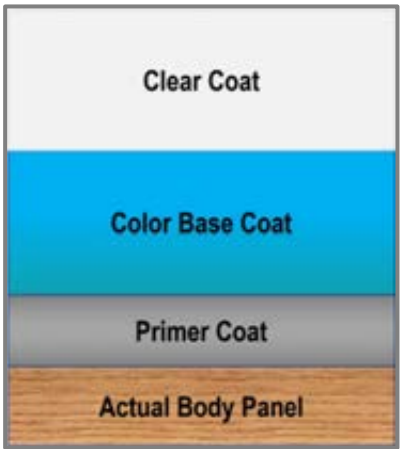
El proceso de pintura está conformado por tres etapas principales:

1. **Under Coat:** Se trata de una base uniforme de poliéster aplicada sobre la madera previamente sellada con gel UV. Este recubrimiento consta de tres capas superpuestas, con un tiempo de secado de una hora entre cada una.
2. **Color:** Consiste en la aplicación de la base de color sobre el *under coat*, hasta alcanzar el tono deseado. Este proceso se realiza 24 horas después de la aplicación del *under coat* y tras haber pasado por el lijado intermedio.
3. **Top Coat:** Se aplican tres capas de poliéster transparente (*polyester clear*) de manera uniforme sobre la base de color. La primera capa de *top coat* se aplica el mismo día de la

aplicación del color, seguida de dos capas adicionales con un tiempo de reposo de una hora entre cada una.

Este proceso estructurado y meticuloso garantiza un acabado de alta calidad en los cuerpos de guitarra, asegurando uniformidad, durabilidad y estética en el producto final.

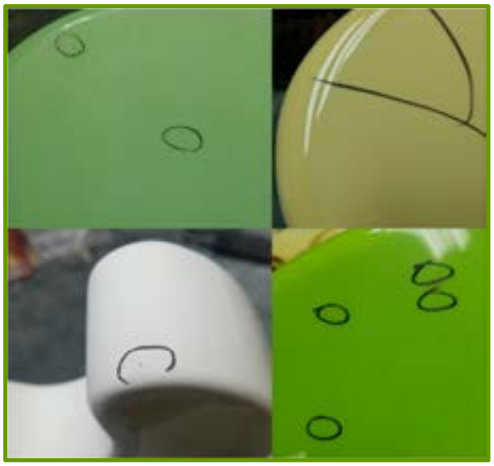
Figura 2. *Esquema del orden de capas de acabado del proceso de pintado.*



RESULTADOS

La contaminación en el proceso de pintura podemos definirla como la presencia de partículas o materiales extraños, tales como polvo, cabellos humanos, residuos de pintura de otro color, entre otros, que se incrustan en la superficie entre las capas de pintura. Estas impurezas, cuyo tamaño es superior a 1/64 de pulgada (≈0.3969 mm), pueden introducirse durante la aplicación o el secado entre capas, como se muestra en la Figura 3. La fuente de contaminación puede ser el ambiente o algún objeto presente en las cabinas de pintura, a pesar de los métodos de limpieza implementados.

Figura 3. *Imágenes de algunos ejemplos de contaminación en la pintura de las guitarras.*

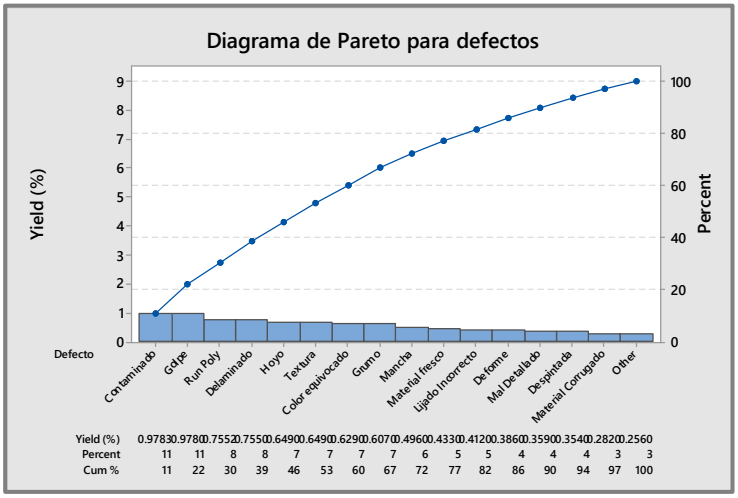


El proceso de pintura involucra diversas operaciones, incluyendo inspección, transferencia, limpieza y aplicación de pintura, cada una de las cuales agrega valor al producto. Dentro de este esquema, la limpieza de los cuerpos es un factor crucial en la mejora de la calidad. Debido a esto, las operaciones en el proceso de pintura incluyen actividades de limpieza implementadas antes y durante la aplicación de la pintura.

Definir

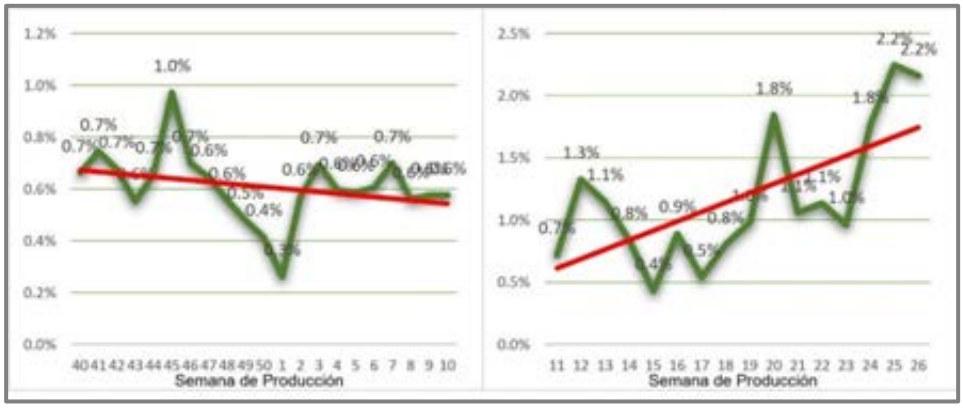
En la Figura 4 se presenta un diagrama de Pareto diseñado para identificar los defectos más significativos en el proceso de pintura. Los resultados indican que la contaminación constituye el defecto con mayor impacto en el rendimiento de producción, con una incidencia del 0.973% en el total de unidades procesadas en lo que va del año. Además, este defecto se encuentra entre los tres principales factores responsables de la reducción del Yield por debajo del 95% en el área de pintura, lo que pone de manifiesto su impacto en la disminución de la eficiencia del proceso.

Figura 4. *Pareto de defectos área de pintura (Promedio semana 1-28).*



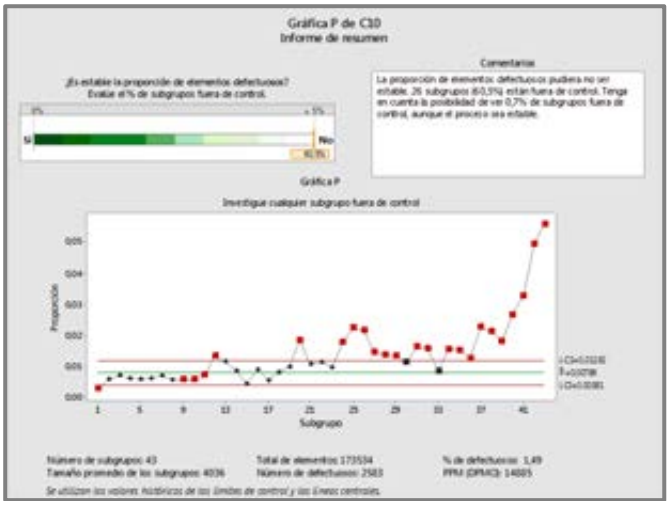
Se identificó que el área de pintura ha experimentado una reducción en el Yield desde la semana 17, situándose por debajo de la meta establecida, como se observa en la Figura 1. No se dispone de información concluyente sobre las causas del incremento en los defectos durante este periodo. A partir del análisis de los defectos, se realizó un diagrama de Pareto de primer nivel como se plasma en la Figura 4 para identificar los principales factores que han contribuido a la disminución del Yield, estableciendo que la contaminación es la causa predominante del aumento en los defectos. Con base en datos históricos, se generó un gráfico de tendencia como se muestra en la Figura 5 que evidencia un incremento progresivo del defecto a lo largo de las semanas.

Figura 5. *Proporción de contaminado de la semana 40 de 2023 a la semana 26 de 2024.*



Para evaluar la estabilidad de los defectos de contaminación en los datos, se realizó un análisis de proporciones, eliminando puntos fuera de especificación o que violaban las ocho reglas de control. Posteriormente, se ejecutó nuevamente el gráfico de proporción, obteniendo una distribución normal de los datos. Se observó que a partir de la semana 24 hubo un incremento en la producción, pasando de 850 a 1000 piezas diarias, y aumentando progresivamente hasta alcanzar 1250 piezas diarias. En el gráfico de proporción también en los datos podemos observar que a partir de la semana 38 hubo un crecimiento en la producción de 4 puntos consecutivamente, tal como se puede observar en la Figura 6.

Figura 6. *Gráfico de proporción con límites definidos (contaminado).*



Una vez analizados los datos recabados, se definió como el objetivo principal del presente estudio el análisis de las tres principales operaciones de pintura (*Under Coat, Color y Top Coat*), enfocándose en la generación del defecto de contaminación en el área de pintura de cuerpos.

Medir

Se realizó un Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF) con el apoyo de para identificar los posibles modos de falla asociados a la contaminación y evaluar sus causas. Esto permitió obtener una mejor comprensión de las condiciones bajo las cuales se realiza la aplicación de pintura y los controles existentes en el proceso.

Se llevaron a cabo dos auditorías. La primera, realizada en la semana 42, tuvo como objetivo evaluar los controles existentes en el área de producción de pintura para prevenir la contaminación y verificar la documentación de los procedimientos. La segunda auditoría, ejecutada por los departamentos de ingeniería y mantenimiento, se enfocó en el análisis de las cabinas de pintura, incluyendo la inspección de paredes y sistemas de ventilación, encontrándose las siguientes deficiencias:

1. Filtros de cabinas con tiempo de vida expirado.
2. Acumulación de suciedad en las chimeneas de extracción de aire.
3. Falta de limpieza en el área de inyección de aire.
4. Ausencia de limpieza profunda en el pleno de las cabinas.

Analizar

Los datos obtenidos permitieron formular la hipótesis de que la limpieza de las chimeneas podría tener un impacto significativo en la reducción del defecto de contaminación. Tras la auditoría de mantenimiento, se implementaron acciones correctivas en la semana 25, cuyo proceso tomó dos días. Dado el tiempo necesario para que el material tratado llegara a la etapa de pulido, se recopilaron datos una semana después. Se realizó una prueba de hipótesis para proporciones, comparando dos semanas, antes y después de la limpieza, y con un nivel de confianza del 95%, se determinó que la proporción de defectos disminuyó significativamente tras el mantenimiento de las chimeneas, con un valor $P < 0.001$ como se puede observar en la Figura *7*.

En la semana 43, una auditoría adicional reveló que los controles de limpieza y aplicación de pintura no se estaban ejecutando de manera rigurosa. Como medida correctiva, se documentaron los procedimientos y se capacitó a los operadores en la aplicación de las normas establecidas. Además, se asignaron dos operadores adicionales para garantizar la limpieza de los racks utilizados en la aplicación de pintura. Una prueba de hipótesis con un 95% de confianza confirmó que la limpieza de racks redujo la incidencia del defecto por contaminación.

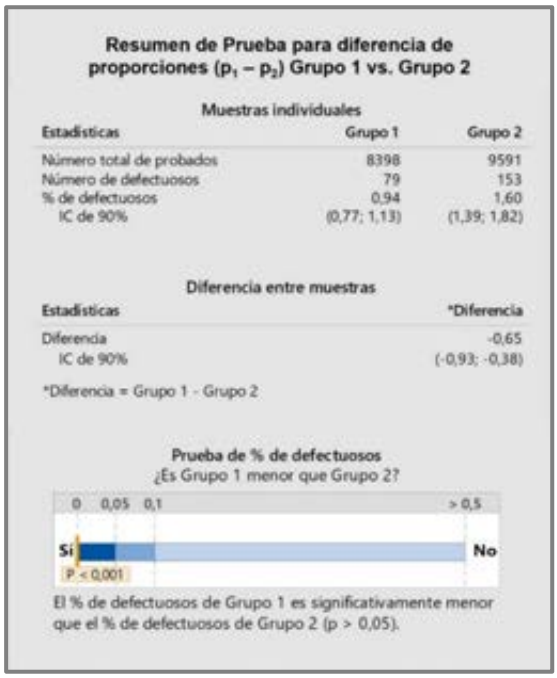
Mejorar y controlar

Se revisaron y actualizaron los controles existentes, incorporando la información relevante en las ayudas visuales del proceso. Se verificó que la falta de seguimiento a los controles de limpieza influía en la contaminación, impactando directamente en la calidad del producto. Para reforzar estas mejoras, se establecieron los siguientes controles:

- Checklist diario para aplicadores, con el fin de verificar la limpieza de las cabinas de pintura.
- Checklist de facilitador, enfocado en la supervisión de filtros y seguimiento de los gráficos de control en producción.

- Checklist de entrega de racks, donde los racks deben ser inspeccionados antes de su uso, y en caso de no cumplir con los estándares de limpieza, serán rechazados y devueltos para su corrección.
- Programa de mantenimiento de chimeneas, estableciendo un ciclo de limpieza cada 10 semanas.

Figura 7. *Prueba de hipótesis limpieza y mantenimiento de chimeneas. Grupo 1(semana después de limpieza) vs. Grupo 2 (semana antes de limpieza).*



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permitieron identificar la contaminación como el principal defecto que impacta en la reducción del Yield por debajo del 95%, derivado de deficiencias en los controles de limpieza y mantenimiento de equipos. El análisis de las operaciones (Under Coat, Color y Top Coat) mostró que las condiciones ambientales y el estricto cumplimiento de los protocolos de limpieza inciden directamente en la aparición de defectos. Herramientas de calidad, como el diagrama de Pareto y gráficos de proporción, revelaron una tendencia creciente del defecto desde la semana 24, coincidiendo con el aumento de la producción diaria, y se detectaron fallas en la limpieza de cabinas, ventilación y manejo de filtros.

Las pruebas de hipótesis confirmaron que las acciones correctivas en la limpieza de chimeneas, la inspección de racks y la aplicación de pintura reducen efectivamente el defecto por contaminación. En este contexto, la implementación de controles documentados y la capacitación del personal en buenas prácticas de limpieza y mantenimiento resultan esenciales para estabilizar el proceso y minimizar la variabilidad en la calidad.

En base a estos hallazgos, se recomienda implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza y revisión periódica de filtros, chimeneas y cabinas de

pintura. Asimismo, es crucial reforzar la supervisión mediante listas de verificación diarias y auditorías semanales, optimizar la inspección de racks y mantener un monitoreo estadístico continuo del defecto para evaluar la efectividad de las mejoras y realizar ajustes oportunos.

Además, es relevante destacar el impacto positivo que estos proyectos de mejora tienen en la formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial. La participación en proyectos de vinculación con el sector productivo les permite aplicar conocimientos teóricos en situaciones reales, fortaleciendo habilidades analíticas, de resolución de problemas y trabajo en equipo. Esta experiencia práctica enriquece su aprendizaje y fomenta una integración más sólida entre la academia y la industria, preparándolos integralmente para enfrentar los desafíos del entorno profesional actual.

BIBLIOGRAFÍA

Antony, J. (2006). *Six sigma for service processes. Business Process Management Journal, 12*(2), 234–248. https://doi.org/10.1108/14637150610657558

Antony, J., Snee, R., & Hoerl, R. (2017). *Lean Six Sigma for small and medium sized enterprises: A practical guide.* CRC Press/Taylor & Francis.

Basu, R., & Wright, J. N. (2003/2004). *Quality beyond Six Sigma.* Butterworth-Heinemann/Routledge. (Libro; ed. 2003).

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013/2008). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (2.ª o 3.ª ed.). McGraw-Hill.

Ishikawa, K. (1985). *What is total quality control? The Japanese way.* Prentice-Hall. (Libro; edición en inglés 1985;

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (Eds.). (1999). *Juran's quality handbook* (5th ed.). McGraw-Hill.

McShane-Vaughn, M. (2022/2023). *The ASQ Certified Six Sigma Black Belt Handbook* (4th ed.). ASQ/Quality Press. (Folio de 2023; refleja el BoK 2022).

Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley

Montgomery, D. C., & Runger, G. C *Applied statistics and probability for engineers* (Wiley).

Pérez Márquez, M. (2014/2016). *Control de calidad: Técnicas y herramientas.* RC Libros (2014). Edición mexicana: Alfaomega (2016).

Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2014). *The Six Sigma handbook* (4th ed.). McGraw-Hill Education. https://doi.org/10.1036/0071840532; https://www.mheducation.com/highered/mhp/product/six-sigma-handbook-fourth-edition.html?utm_source=chatgpt.com

ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO

ZONE OF PROXIMAL DEVELOPMENT

I. Olivos Barranco[1]
P. D. U. Avendaño López[2]
A. Núñez Cuadra[3]

RESUMEN

El Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México (TecNM) "Humanismo para la justicia social" sienta las bases de su quehacer académico en el punto de encuentro entre el socioconstructivismo y el pensamiento crítico. Una Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) es entendida por Vigotsky como "la distancia entre el nivel real del desarrollo, y el nivel de desarrollo potencial". Los *Makerspace* han tenido un crecimiento constante desde que fueron creados, especialmente en las universidades ha llamado la atención la forma en que el movimiento *Maker* pone en práctica, de manera intrínseca, las teorías del aprendizaje constructivista. En México, sin embargo, son pocas las universidades que tienen un *Makerspace*. El Laboratorio Aula *Maker* del Instituto Tecnológico de Milpa Alta inicio formalmente su funcionamiento el 8 de septiembre del 2023 como un espacio para compartir ideas que al ser materializadas en una maqueta o prototipo se convierte, al socializar el proceso hacedor a través del lenguaje, en una ZDP. Al realizar proyectos en el Laboratorio Aula *Maker*, los estudiantes materializan los conceptos teóricos de física y matemáticas.

ABSTRACT

The Educational Model of the Tecnológico Nacional de México (TecNM) "Humanism for social justice" lays the foundations of its academic work at the meeting point between socioconstructivism and critical thinking. A Zone of Proximal Development (ZDP) is understood by Vigotsky as "the distance between the actual level of development and the level of potential development". Makerspaces have had a constant growth since they were created, especially in universities, and the way in which the Maker movement puts into practice, in an intrinsic way, the theories of constructivist learning has attracted attention. In Mexico, however, few universities have a Makerspace. The Maker Classroom Laboratory of the Instituto Tecnológico de Milpa Alta formally began its operation on September 8, 2023 as a space to share ideas that when materialized in a model or prototype becomes, by socializing the maker process through language, a ZDP. By carrying out projects in the Aula Maker Lab, students materialize the theoretical concepts of physics and mathematics.

ANTECEDENTES

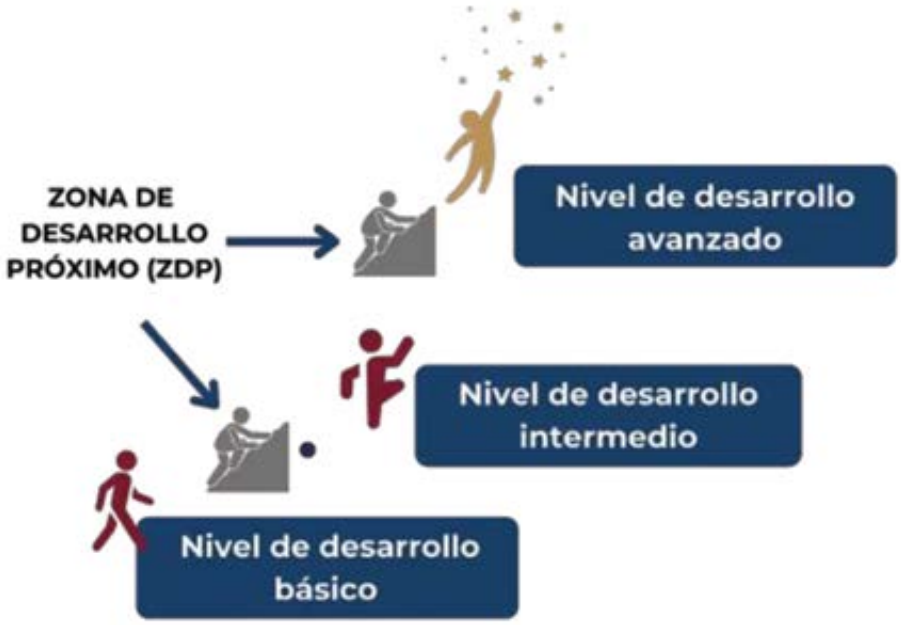
El Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México "Humanismo para la justicia social" sienta las bases de su quehacer académico en el punto de encuentro entre el socioconstructivismo y el pensamiento crítico. Por medio de la conjunción de ambas perspectivas se prepara al estudiantado para actuar con autonomía, autogestión y liderazgo en escenarios complejos (Tecnológico Nacional de México, 2024).

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) debe, por un lado, ofrecer una estructura donde se aseguren los conocimientos en ciencias básicas y matemáticas como sustento de todas las áreas formativas y, por otro lado, que pueda adaptarse a las fronteras del conocimiento y necesidades del entorno (Tecnológico Nacional de México, 2024).

[1] Profesor de carrera. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. iob.olivos@gmail.com
[2] Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. pavel183362@gmail.com
[3] Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Tlalpan. cuadra.na@gmail.com

Una Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), como se muestra en la Figura 1, es entendida por Vigotsky como "la distancia entre el nivel real del desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un docente en colaboración con otro compañero más capaz" (Vigotsky, 1979, p.133). Esta definición destaca la importancia del ámbito social, pues a traves de la colaboración y realización de actividades el estudiantado comparte y "negocia" ciertas interpretaciones, compartiendo signos y símbolos (Tecnológico Nacional de México, 2024).

Figura 1. *Zonas de Desarrollo Próximo (ZDP).*



Fuente: Tecnológico Nacional de México (2024)

El TecNM ofrecerá a sus estudiantes escenarios mediados y ambientes abiertos de aprendizaje, que fomenten experiencias de aprendizaje tomando en consideración diferentes niveles en su proceso de desarrollo, ubicando los productos acabados de desarrollo (nivel de desarrollo real) como un elemento secundario de consideración. Un escenario mediado es aquel en la que el estudiante tiene una participación guiada por el profesor que actúa como mediador entre los conocimientos teórico-conceptuales y su aplicación en situaciones tanto ideales como reales (Tecnológico Nacional de México, 2024).

Por otro lado, un ambiente abierto de aprendizaje es un espacio, ya sea virtual o físico, que está centrado en las y los estudiantes, brindándoles flexibilidad en el acceso a los materiales y herramientas disponibles para su aprendizaje sin necesidad de estar inscrito a un curso o de seguir un plan de estudios y que, en el caso de un espacio físico, el uso de los materiales esta mediado por un docente facilitador.

En los años cincuenta del siglo pasado, surgió un movimiento conocido como *Do It Yourself* (DIY, "Hágalo usted mismo", en español), cuyo propósito es incentivar a las personas para que realicen actividades como reparaciones en el hogar, fabricación de muebles e incluso la construcción de artefactos tanto decorativos como utilitarios. En 2005, este movimiento fue retomado por Dale Dougherty, de O'Reilly Media, quien lanzo la revista Make®, con lo cual inició lo que ahora se conoce como *Maker Movement* o "movimiento hacedor". A partir de 2006, en Estados Unidos comenzaron a realizarse las Maker Faires®, exhibiciones de los proyectos realizados por los entusiastas de ese movimiento emergente.

En años recientes, el movimiento *Maker* ha recibido mucha atención, pues se ha convertido en una forma de expresión creativa y comunitaria, con un número creciente de seguidores. El movimiento tiene tres componentes principales: 1) *Making*, como un conjunto de actividades, 2) los *Makerspace*, como comunidades de práctica y 3) los *Makers* como individuos (Halverson & Sheridan, 2014).

Los *Makerspace* han tenido un crecimiento constante desde que fueron creados, especialmente en las universidades ha llamado la atención la forma en que el movimiento *Maker* pone en práctica, de manera intrínseca, las teorías del aprendizaje constructivista. En México, sin embargo, son pocas las universidades que tienen un *Makerspace*.

METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación es del tipo documental mixta cuantitativa – cualitativa. Se enumeran y describen las actividades que se han realizado el Laboratorio Aula *Maker*, como un espacio para compartir herramientas, conocimientos e ideas (Colindres, 2015).

Para el Tecnológico Nacional de México, una competencia es la integración y aplicación estratégica de conocimientos, procedimientos y actitudes necesarios para la solución de problemas de contexto, con una actuación profesional, ética, eficiente y pertinente en escenarios laborales heterogéneos y cambiantes (Tecnológico Nacional de México, 2014).

Este concepto de competencia más allá de lo cognitivo y lo laboral se centra en la definición y comprensión del ser competente como una forma de vida, por lo tanto, se centra en formar competencias para la vida (Gamino-Carranza & Acosta-González, 2016).

Los Programas de Estudio que se desarrollan en el TecNM están soportados por los siguientes contenidos (DGEST, 2012):

- Los contenidos conceptuales -el saber- son constructos teóricos que ayudan al estudiante a resolver un problema de carácter científico. Son de carácter disciplinario y fundamentan a los contenidos procedimentales.
- Los contenidos procedimentales -el saber hacer- son ejecuciones de procesos, métodos, técnicas y procedimientos relacionados con el tratamiento de problemas de producción. En el saber hacer se expresan de manera operativa los contenidos conceptuales.
- Los contenidos actitudinales -el saber ser- son pautas habituales de actuación que conforman el perfil ético de la persona como profesional.

Estos contenidos de los Programas de Estudio y del Modelo Educativo "Humanismo para la justicia social" del TecNM se toman como base para el desarrollo del proyecto Laboratorio Aula *Maker*, considerando que las características de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en proyectos, uso de herramientas y nuevas tecnologías pueden coadyuvar al logro de los objetivos en la adquisición de competencias genéricas e instrumentales que den soporte al pensamiento crítico y creativo para transformar a la sociedad.

El pensamiento crítico es una de las habilidades más apreciadas en los mercados de trabajo pues fortalece el análisis sistémico y la formulación de alternativas de solución (Tecnológico Nacional de México, 2024).

El Laboratorio Aula *Maker* que se muestra en la Figura 2, es un espacio para compartir ideas que al ser materializadas en una maqueta o prototipo permite, de forma simultánea, socializar el proceso hacedor a través del lenguaje.

Figura 2. *Laboratorio Aula Maker del TecNM - I.T. de Milpa Alta.*

Con la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación se fortalece la labor académica y se contribuye a la generación del conocimiento, a través del desarrollo de productos, diseños, procesos y servicios que mejoran la calidad de vida de la sociedad (TecNM, 2020).

La Innovación Tecnológica es el resultado de acciones que propicien el desarrollo, la producción y la comercialización de nuevos o mejorados productos y/o servicios. Incluye además la reorganización de procesos productivos, la asimilación o mejora sustancial de un

servicio o proceso productivo y que todas estas acciones hayan satisfecho una necesidad social o que estén avaladas por su éxito comercial (DGEST, 2012).

El fortalecimiento de la investigación, el desarrollo tecnológico, la vinculación y el emprendimiento (TecNM, 2020) es uno de los ejes estratégicos que se plantean dentro del TecNM. Los indicadores de este eje estratégico son la conformación de grupos de trabajo interdisciplinario para la innovación y emprendimiento, así como el desarrollo de prototipos e iniciativas de nuevos negocios en la comunidad TecNM.

RESULTADOS

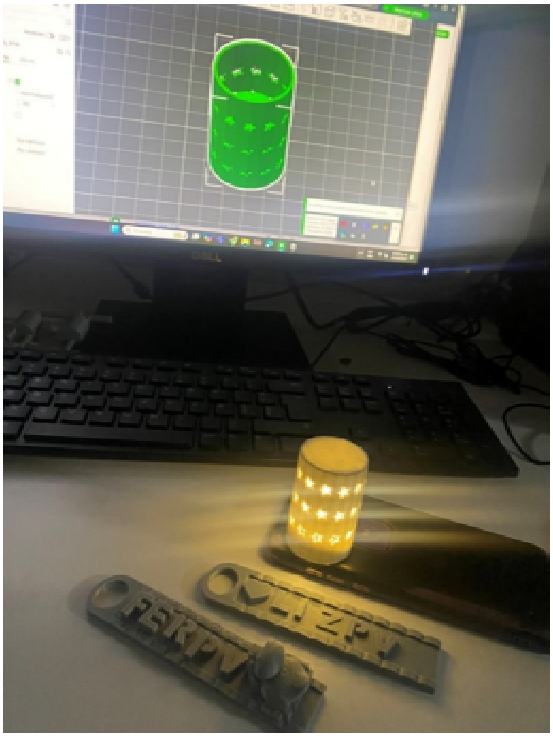
El Laboratorio Aula *Maker* del Instituto Tecnológico de Milpa Alta inicio formalmente su funcionamiento el 8 de septiembre del 2023. A partir de esa fecha se han realizado prácticas, como se muestra en la Tabla 1, utilizando equipos, material de laboratorio, herramientas menores y la impresora 3D.

Tabla 1. *Prácticas realizadas en el Laboratorio Aula Maker.*

Carrera	Asignatura	Práctica
Ingeniería Bioquímica	Electromagnetismo	La carga eléctrica Conductores y aislantes Campo eléctrico Campo magnético Ley de Lenz
	Cálculo Vectorial	Impresión 3D de curvas helicoidales
Ingeniería en Sistemas Computacionales	Principios eléctricos y Aplicaciones Digitales	Resistores y Ley de Ohm Resistores en serie Resistores en paralelo Diodo de cristal Diodo Zener Transistor Puertas lógicas Mapa de Karnaugh
	Física General	Equilibrio en 2 dimensiones Espejos y lentes Cargas electrostáticas Capacitores Resistencias Inductores Imanes y campo magnético
	Dibujo asistido por computadora	Impresión 3D de llavero personalizado
Ingeniería en Gestión Empresarial	El Emprendedor y la Innovación	Impresión 3D de maqueta de producto
Ingeniería en Industrias Alimentarias	Taller de control estadístico de procesos	Uso del vernier

Una práctica de laboratorio es una actividad guiada que aplica conceptos teóricos previamente definidos y que busca obtener ciertos resultados acordes con el tema en cuestión. En estas prácticas el enfoque constructivista se utiliza de manera intrínseca, por lo que la idea de *aprender haciendo* se aplica cotidianamente (Olivos et al., 2024). Esta misma metodología de trabajo se puede extrapolar hacia la realización de nuevas prácticas utilizando equipos modernos como por ejemplo la impresión 3D de curvas helicoidales para la asignatura de Cálculo Vectorial.

Figura 3. *Impresión 3D de maqueta de producto y llavero personalizado.*



La impresión 3D es una tecnología de fabricación aditiva que crea una impresión de plástico (PLA) mediante la superposición iterativa de los materiales necesarios hasta completar el producto final. La impresión 3D suele ser más rápida que las alternativas convencionales para la fabricación de plástico, lo que la ha convertido en una opción cada vez más popular en la industria 4.0.

Además de las prácticas, también se han impartido talleres y realizados proyectos académicos, los cuales se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Talleres y proyectos realizados en el Laboratorio Aula Maker.*

Actividad	Producto
Taller de máquinas y herramientas	Pieza decorativa realizada con tiras de hierro soldado
Taller de impresión 3D	Pieza impresa en 3D con filamento PLA
Taller aprende a soldar	Circuito con iluminación LED y sensor de sonido
Proyecto final de la asignatura Sistemas Programables	Impresión 3D de Robot bailarín y robot sumo
Proyecto final de la asignatura fundamentos de telecomunicaciones	Impresión 3D a escala de rack para site

En los talleres se desarrollan habilidades manuales -el saber hacer-, así como competencias actitudinales como el trabajo en equipo -el saber ser-.

CONCLUSIONES

La creatividad y la innovación han permitido el desarrollo de innumerables avances tecnológicos que son parte de la vida cotidiana en la actualidad.

El movimiento *Maker* es una respuesta a la necesidad de socialización del aprendizaje. Se retoma la base de aprender haciendo, inherente al ser humano, y se aplica con el uso de nuevas tecnologías. Esta tendencia llama la atención de la educación formal debido a que se identifican los componentes constructivista y construccionista del movimiento *Maker*.

La impresión 3D promueve la innovación y creatividad ya que brinda la posibilidad de materializar una idea en algo tangible.

Al realizar proyectos en el Laboratorio Aula *Maker*, como el que se presenta en la Figura 4, los estudiantes pueden materializar conceptos teóricos de física y matemáticas impartidos en las carreras de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Figura 4. *Pieza decorativa realizada en el Laboratorio Aula Maker.*

Los beneficios que tendrá el estudiante al hacer uso del Laboratorio Aula Maker, las estrategias para crear experiencias de aprendizaje, la evaluación de las competencias adquiridas, son algunas líneas de investigación a seguir.

BIBLIOGRAFÍA

Colindres, C. R. (2015). Makerspace: Un novedoso servicio a ser considerado por bibliotecas públicas y académicas. Infoboletín ABES, 1(1), s. p. Disponible en: https://www.yumpu.com/es/document/read/55743579/infoboletin-abes-no-1

DGEST. (2012). Modelo educativo para el siglo XXI: Formación y desarrollo de competencias profesionales. Dirección General de Educación Superior Tecnológica.

Gamino-Carranza, A., & Acosta-González, M. G. (2016). Modelo curricular del Tecnológico Nacional de México. Revista Electrónica Educare, 20(1), 212–232. https://doi.org/10.15359/ree.20-1.10

Halverson, E. R., & Sheridan, K. M. (2014). The maker movement in education. Harvard Educational Review, 84(4), 495–504. https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063

Olivos, I., Suárez, J., & Mendoza, F. Y. (2024). Un plan para crear un makerspace. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. https://itmilpaalta.edu.mx/pag/makerspace.php?utm

Tecnológico Nacional de México. (2014). Proyectos integradores para la formación y desarrollo de competencias profesionales del Tecnológico Nacional de México. https://tesvb.edomex.gob.mx/sites/vbravo.tecnm.mx/files/files/Aspirantes/Carreras/Modelo%20Educativo%20para%20el%20siglo%20XXI.pdf?utm

Tecnológico Nacional de México. (2020). Programa de Desarrollo Institucional (PDI) 2019–2024. https://ith.mx/documentos/ITH%20PDI%20V7%202018%202024.pdf?utm

Tecnológico Nacional de México. (2024). Modelo educativo del TecNM: Humanismo para la justicia social. https://www.tecnm.mx/archivos/slider/Modelo_Educativo_del_TecNM_digital_orig.pdf?utm

Vygotsky, L. S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores (2.ª ed.). https://www.academia.edu/42955149/EL_DESARROLLO_DE_LOS_PROCESOS_PSICOL%C3%93GICOS_SUPERIORES?utm

METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EN LA MATERIA DE ANÁLISIS NUMÉRICO: ENFOCADO AL DESARROLLO DE PROYECTOS

TEACHING/LEARNING METHODOLOGIES IN THE FIELD OF NUMERICAL ANALYSIS: FOCUSING ON A PROJECT´S DEVELOPMENT

E. Reyes Sánchez[1]
A. Hernández Rodríguez[2]
A. Sánchez Flores[3]
A. Reyes[4]

RESUMEN

El presente trabajo está orientado a compartir experiencias adquiridas, con relación a la integración de metodologías de enseñanza/aprendizaje dentro de la asignatura de Análisis Numérico, con estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Este estudio muestra distintas metodologías de enseñanza/aprendizaje aplicadas. El estudio se centra en la implementación de un proyecto final, en donde los estudiantes exploran la integración entre hardware y software para la recopilación y análisis de datos; mediante la implementación de los métodos numéricos aprendidos. En la sección de resultados se presentan evidencias de la implementación de los métodos numéricos con los datos recolectados. Las conclusiones destacan la importancia de innovar con otras metodologías de enseñanza/aprendizaje, esto con la finalidad de que el estudiante sea protagonista de su aprendizaje.

ABSTRACT

This work is aimed at sharing acquired experiences, in relation to the integration of teaching/learning methodologies within the subject of Numerical Analysis, with students from the Faculty of Engineering of the Autonomous University of San Luis Potosí. This study shows different teaching/learning methodologies applied. The study focuses on the implementation of a final project, where students explore the integration between hardware and software for data collection and analysis; through the implementation of the numerical methods learned. In the results section, evidence of the implementation of numerical methods with the collected data is presented. The conclusions highlight the importance of innovating with other teaching/learning methodologies, with the aim of making the student the protagonist of their learning.

ANTECEDENTES

Hoy en día diferentes estudios han arrojado que el aprendizaje no solo se obtiene estudiando. Dichos estudios están dedicados a entender el aprendizaje, ¿qué es? y ¿cómo se construye?, (Iván Moringo & Fenner, 2021).

Dentro de los estudios de investigación acerca del proceso de enseñanza/aprendizaje en un aula de clase, se sabe que existen varios tipos de enseñanza, los cuales se clasifican en diversas categorías según sea la metodología empleada, ya sea por el rol del profesor, del estudiante y del enfoque pedagógico, (Barrigan Arceo & Hernández Rojas, 2010).

[1] Profesor asignatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. ericka.sanchez@uaslp.mx.
[2] Profesor Investigador y Jefe de Área Mecánica y Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. aurelio.hernandez@uaslp.mx.
[3] Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. alejandra.flores@uaslp.mx.
[4] Profesor asignatura. Universidad Politécnica de San Luis Potosí, alejandro.reyes@upslp.edu.mx.

Metodologías de enseñanza y aprendizaje

Hablar de metodologías de enseñanza/aprendizaje se refiere a los métodos que los docentes emplean dentro de un aula de clase como actividad diaria; de acuerdo con (Barrigan Arceo & Hernández Rojas, 2010) existen diez metodologías.

Enseñanza tradicional: el docente actúa como principal transmisor de conocimientos, se utilizan explicaciones y presentaciones orales y los estudiantes solo son receptores que toman notas.

Enseñanza participativa: promueve el diálogo entre docentes y estudiantes. Los estudiantes intervienen con preguntas, comentarios o reflexiones.

Enseñanza activa: los estudiantes son el centro del aprendizaje, donde se incluyen actividades prácticas, experimentos y proyectos.

Aprendizaje cooperativo: se trabaja en equipos pequeños donde los estudiantes colaboran para lograr objetivos comunes; con este aprendizaje se fomenta la comunicación, la negociación y el trabajo en equipo.

Enseñanza personalizada: se adapta a las necesidades, intereses y ritmos individuales de aprendizaje de los estudiantes. Ofrece retroalimentación individualizada.

Aprendizaje basado en proyectos (ABP): los estudiantes trabajan en proyectos que integran diversos conocimientos. El enfoque es práctico y aplicado a problemas del mundo real.

Enseñanza mediante el uso de tecnologías: integra herramientas digitales como simuladores, vídeos educativos, plataformas virtuales. Permite acceso a contenidos en línea y actividades interactivas.

Método de enseñanza por descubrimiento: los estudiantes desarrollan habilidades de exploración y experimentación. Aprenden a través de la búsqueda de soluciones a problemas.

Enseñanza híbrida (*Blended learning*): combina enseñanza presencial con actividades virtuales, fomenta la flexibilidad y la autonomía del estudiante.

Enseñanza lúdica: integra juegos y actividades recreativas para aprender, es especialmente útil para mantener la motivación y la participación.

Para la elaboración de este trabajo se eligieron cinco métodos de enseñanza: enseñanza tradicional, aprendizaje cooperativo, enseñanza participativa, aprendizaje basado en proyectos y enseñanza mediante el uso de tecnologías.

Esto es porqué la materia que se eligió para este estudio es Análisis Numérico, ya que el objetivo general de esta asignatura es: “Analizar y aplicar herramientas del análisis matemático para la solución numérica de diversos problemas que surgen en ingeniería; identificar si un método es aplicable a una solución en específico y determinar si la

metodología propuesta conducirá a un algoritmo que converja a la solución en cuestión a través del desarrollo de algoritmos computacionales".

Los métodos numéricos que aprenden los estudiantes en esta materia están relacionados con: solución de ecuaciones de una variable, solución de sistemas de ecuaciones lineales, ajuste de curvas, interpolación numérica, derivación e integración numérica y solución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Se realizó una reflexión acerca del objetivo general y de los objetivos particulares que la asignatura de Análisis Numérico persigue, se decidió implementar los cinco métodos de enseñanza antes mencionados; esto con la finalidad de innovar en el proceso de formación de ingenieros en dicha materia.

Para el método Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), se decidió que los estudiantes trabajen con un sistema embebido y un sensor. Un sistema embebido es una combinación de hardware y software diseñados para realizar una función específica, (Heath, 2003). Un sensor es un dispositivo electrónico, en la Figura 1 se presentan algunos tipos de sensores electrónicos; existen distintos tipos y cada uno cuenta con diferentes características. Se utilizan para poder detectar las diferentes magnitudes físicas.

Figura 1. *Diferentes tipos de sensores.*

Fuente: (BricoGeek, s.f.)

La tarjeta Arduino Uno que se muestra en la Figura 2, es un sistema embebido, el cual se encuentra fácilmente en el mercado por ser económica, (digitalic, 2020). El objetivo de utilizar esta tarjeta es que el estudiante puede desarrollar habilidades en el diseño de algoritmos, control de sensores y motores, resolución de problemas en tiempo real, exploren conceptos como la adquisición de datos, la visualización de información o la comunicación entre los dispositivos. Esta tarjeta se ha utilizado en los últimos años dentro del proceso de enseñanza/aprendizaje facilitando al estudiante la parte experimental.

Figura 2. *Tarjeta Arduino Uno.*

Para la enseñanza mediante el uso de tecnología, en la materia de Análisis Numérico se utiliza un Gestor de Contenido Educativo llamado didacTIC UASLP, como se puede ver en la Figura 3, en el cual, el material didáctico elaborado por el docente ya está disponible al inicio del curso, cuenta con vídeos sugeridos para el seguimiento de la materia, también es utilizado para subir las tareas y el proyecto final, (Reyes Sánchez & Hernández Rodríguez, 2022).

Figura 3. *Plataforma didacTIC.*

Fuente: (UASLP, s.f.)

Otra de las herramientas digitales importantes que se incluyó dentro del aprendizaje por proyectos fue la Inteligencia Artificial (IA). IA se ocupa de crear programas informáticos capaces de ejecutar operaciones compatibles a las que realiza la mente humana, (Sánchez & Hernández Rodríguez, 2024).

Chat GPT es una IA, la cual tiene una familia de modelos de lenguaje desarrolla por OpenAI, está diseñada para la generación de texto en formato de conversación, (Sánchez & Hernández Rodríguez, 2024).

La relevancia de este trabajo es fomentar la innovación dentro del proceso de formación de ingenieros, es por esto que se eligieron cinco metodologías de la enseñanza, y este trabajo pretende describir la integración de estas cinco metodologías para la asignatura de Análisis Numérico; cabe destacar que la metodología tradicional sigue presente, sin embargo, esta metodología ha sido enriquecida por las otras cuatro metodologías.

METODOLOGÍA

Se partió de dos objetivos: uno es que los estudiantes comprendan la importancia de la precisión de la adquisición de los datos y el otro es la implementación de los métodos numéricos en los datos reales dentro de la asignatura de Análisis Numérico, se decidió pedirles a los estudiantes que desarrollaran un proyecto, el cual está dividido en dos partes principales: una es la adquisición de datos de manera física y la otra parte es el desarrollo de los programas de los Métodos Numéricos que se plantean en el aula de clases.

La realización de este trabajo se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en el Área Mecánica Eléctrica. Los estudiantes son de las carreras: Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Electricidad y Automatización.

Esta nueva forma de trabajar en la materia se implementó en los semestres 2023-2024/II y 2024-2025/I, teniendo 24 alumnos por cada semestre.

Al comienzo de cada semestre, se les pidió a los estudiantes que trabajaran en equipo de dos personas, con los cuales trabajarían todo el semestre para la entrega de sus tareas y el proyecto final.

Las indicaciones que se les dio para realizar el proyecto final de la parte física fueron:

a) Elegir un sistema embebido: Arduino Uno o Raspberry Pi.
b) Elegir un sensor que sea compatible con la tarjeta que eligieron para trabajar: sensor de temperatura, sensor de luz, sensor de movimiento, sensor de humedad o sensor de sonido.

Una vez elegido el hardware para trabajar, se les solicito que instalaran el software en su computadora para poder realizar la adquisición de datos, sin embargo, es sabido que la tarjeta Arduino UNO es limitado es su capacidad para almacenar datos; por lo que se tuvo que instalar otro software llamado PLX-DAQ-v2. Este software ayuda para la adquisición de datos y que estos se puedan almacenar en la memoria de la computadora. Al final de esto, el vector de datos recabado es mostrando en una hoja de EXCEL.

Conociendo las limitaciones que presenta la tarjeta, se les pidió a los estudiantes que solo recabaran 1000 datos y que se contestara la siguiente pregunta: ¿Cuántas muestras por segundo habían recabado?

Una vez ya instalado toda la parte del hardware, se procedió a que los estudiantes trabajaran con los datos recabados en los siguientes Métodos Numéricos:

1. Regresión Polinomial
2. Interpolación de Lagrange
3. Interpolación de Newton
4. Métodos de Derivadas, elige solo un método:

a) Hacia atrás
b) Hacia adelante
c) Centrada

5. Métodos de Integración

a) Regla del Trapecio

b) Regla de Simpson 1⁄3 y 3⁄8
6. Método de Runge-Kutta 4º orden

Cabe mencionar que, al inicio del curso, los estudiantes aprendieron a trabajar con el Software Matlab Online, es por esto por lo que en esta parte del proyecto se les pidió a los estudiantes utilizaran ChatGPT como apoyo para realizar los programas e implementarlos en Matlab Online.

Rubrica para calificar el proyecto de Análisis Numérico
Para evaluar este proyecto se les envió una Rubrica del Proyecto, con la finalidad de dejar claro los aspectos importantes que se quieren evaluar y los grados de logro.

El proyecto tiene una ponderación de 100 puntos en total. Se dividió en seis partes:
1. Portada (5 puntos)
2. Introducción (5 puntos)
3. Metodología (5 puntos)
   A. Material para utilizar
   B. Desarrollo del proyecto
      a) Etapa 1.- Instalación de Software de la tarjeta Arduino Uno en su computadora y realizar un vídeo de esta etapa. (10 puntos)
      b) Etapa 2.- Adquisición de los datos y realizar un vídeo de esta etapa. (10 puntos)
      c) Etapa 3.- Desarrollo de los programas de los Métodos Numéricos señalados, con ayuda de Chat GPT. (25 puntos)
4. Resultados (25 puntos)
5. Conclusión (10 puntos)
6. Bibliografía (5 puntos)

Rubrica de los vídeos del proyecto de la materia Análisis Numérico
Con la finalidad de corroborar que el estudiante realmente instalo, aprendió la forma de adquirir datos y recolecto los datos en su computadora, se les solicito que realizaran un vídeo donde se muestre que están instalando la tarjeta, conectando el sensor y que se está genera el vector de datos en Excel.

El vídeo debe durar por lo menos 2 minutos, los estudiantes deben presentarse al inicio del vídeo, no presentar solo manos, se debe mostrar que los dos estudiantes están realizando la actividad, realizar un acercamiento al Arduino Uno, a la conexión del Arduino y la computadora y por último a la pantalla de la computadora.

Cabe señalar que se les advirtió a los estudiantes que sin vídeo el proyecto tiene un valor de calificación de 50 puntos.

RESULTADOS
Como resultado de los proyectos de la materia de Análisis Numérico, en la parte de hardware, los estudiantes entregaron dos vídeos. Uno es evidencia de la instalación de la tarjeta Arduino Uno y sensor, ver Figura 4 y el otro es un vídeo de adquisición de los datos, ver Figura 5.
Hasta esta parte del proyecto, los problemas que llegaron a tener los estudiantes, ellos mismos lograron resolverlos, a pesar de que se les dijo que se les daría apoyo por si se les complicaba

la conexión entre la tarjeta y su computadora, sensor y Arduino UNO, así como también en la parte de adquisición de datos en su computadora.

Figura 4. *Ejemplo de trabajo del alumno.*

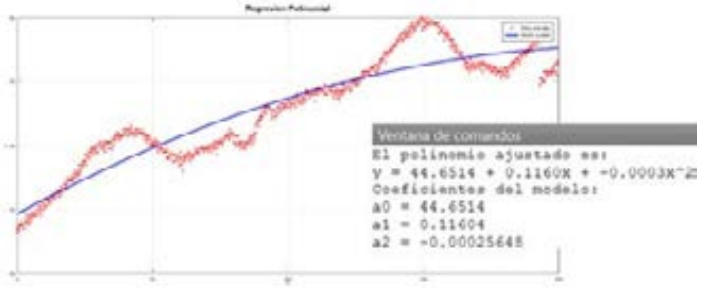
Debido a que se les dio libertad de que ellos eligieran el sensor; los datos recolectados por los estudiantes son de distintos sensores, por ejemplo: temperatura, ultrasónico y sensor de luz; ya que son de bajo costo. Recordemos que también se les sugirió otro tipo de sistema embebido, por ejemplo: la tarjeta Blackberry Pi, siendo esta más costosa que la tarjeta Arduino UNO, es por eso por lo que todos decidieron trabajar con la tarjeta Arduino Uno.

Los estudiantes entregaron un reporte final, el cual contiene la instalación del Hardware y las etapas explicas en la rúbrica; en el reporte también se presenta los resultados de los programas realizados. Recordemos que se les dijo a los estudiantes que utilizaran ChatGPT para la elaboración de los programas de cada método mencionada en la rúbrica.

Figura 5. *Vídeo de adquisición de datos.*

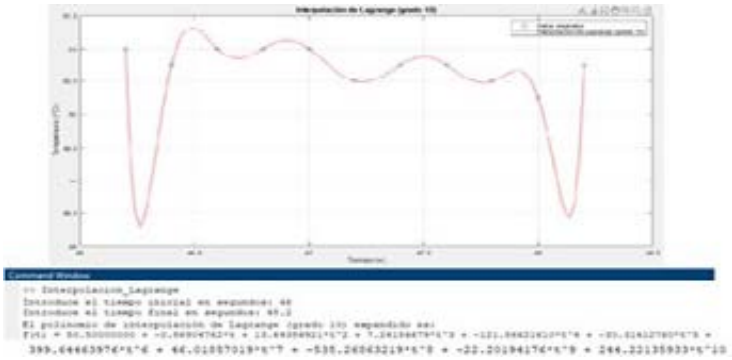
En la Figura 6 se presenta los resultados del Método de Regresión Polinomial (MRP). De color rojo se muestran los datos adquiridos a través de un sensor de temperatura y la gráfica de color azul muestra los datos del polinomio obtenido de MRP.

Figura 6. *Resultados aplicando el Método de Regresión Polinomial.*



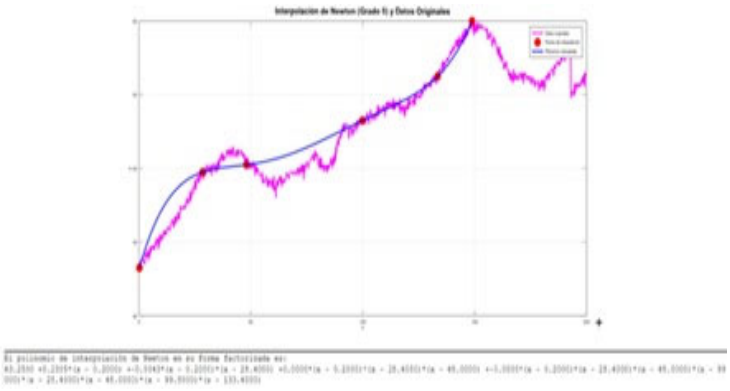
La Figura 7 muestra el Método de Lagrange, los marcadores en circulo de color azul son los datos del sensor y la gráfica de color rojo es el resultado del Polinomio de Lagrange.

Figura 7. *Resultados aplicando el Método del Polinomio de Lagrange.*



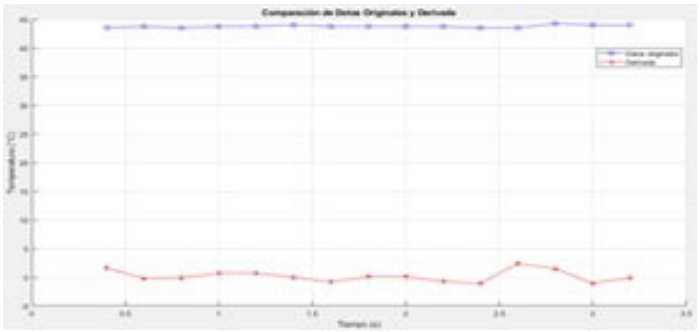
En la Figura 8 se muestran los resultados del Método de Interpolación de Newton (MIN). La gráfica de color magenta son los datos tomados por el sensor, los marcadores circulares de color rojo son los datos utilizados para realizar la Interpolación de Newton y la gráfica de color azul es la gráfica del Polinomio de Interpolación de Newton.

Figura 8. *Resultados aplicando el Método de Interpolación de Newton.*



La Figura 9 muestra el resultado del Método de Diferencia Dividida Finita Centrada (MDDFC). Los marcadores circulares de color azul son los datos utilizados para realizar MDDFC, los marcadores de asterisco de color rojo son el resultado de MDDFC.

Figura 9. *Resultados aplicando el Método de Diferencia Dividida Finita Centrada.*



La Figura 10, es el resultado de obtener el área bajo la curva con el Método del Trapecio (MT). Los datos que se utilizaron son los marcadores circulares de color azul y de color verde se encuentra el resultado del MT.

Figura 10. *Resultados aplicando el Método del Trapecio.*

Los resultados del Método de Integración llamado Simpson 1/3 (MS1/3) se encuentran en la Figura 11. Los datos adquiridos se muestran en la línea de color azul, los marcadores circulares de color rojo son los datos que se utilizaron para realizar el MS1/3 y el área de color verde es el resultado que se obtuvo del MS1/3.

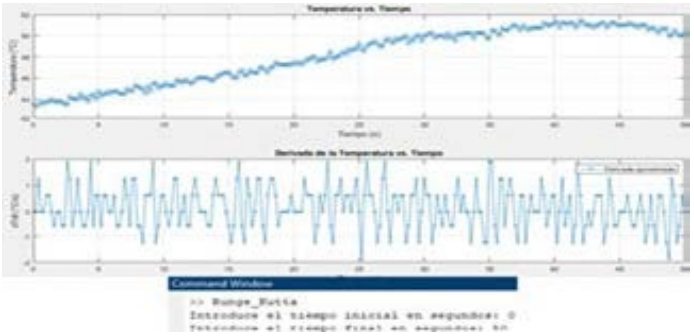
Figura 11. *Resultados aplicando el Método de Integración Simpson.*

Los resultados del Método de la Regla de Simpson 3/8 (MRS3/8) se muestran en la Figura 12. La línea de color azul son los datos del sensor, los marcadores circulares de color rojo son los datos que se utilizaron y el área de color verde es el área que se calculó.

Figura 12. *Resultados aplicando el método de la Regla de Simpson 3/8.*

Los resultados del Método De Runge-Kutta 4º orden (MRK4) se presentan en la Figura 13. En la parte superior se muestra los datos adquiridos por el sensor y en la parte inferior de la gráfica se presenta el resultado del MRK4.

Figura 13. *Resultados aplicando el Método de Runge-Kutta 4º orden.*



CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo que la Materia de Análisis Numérico persigue, se les pidió a los estudiantes que realizaran un proyecto, en donde se tuviera que adquirir datos a través de un

sensor, todo esto con ayuda de la tarjeta Arduino Uno y que el almacenamiento de los datos se llevara a cabo en una computadora.

El impacto que se tiene dentro de la formación de los estudiantes con la realización de este proyecto es que tengan una mejor comprensión acerca de la importancia de la precisión con la que se debe tomar los datos y que los estudiantes puedan emplear los métodos numéricos abordados durante el curso sobre datos reales adquiridos. Es por esto se eligió esta materia para la innovación dentro del proceso de formación de ingenieros y se implementó las cinco metodologías de enseñanza.

Los estudiantes opinaron que se le dio un mejor enfoque a la materia, ya que se convirtió en algo practico, en donde ellos pueden reflexionar sobre la verdadera importancia del análisis numérico; ellos también dijeron que se le dio un verdadero sentido a la materia. Consideraron que el proyecto fue muy útil, ya que con este proyecto pudieron ver aplicaciones para el mundo real y pudieron entender los conocimientos adquiridos durante el curso.

También dijeron que con forme fue avanzando el curso hubo temas de mucha utilidad para otras materias como por ejemplo Estadística para ingenieros donde ellos organizaron y analizaron datos; solo que en el curso de Análisis Numérico se estudió más a fondo el aprendizaje de la adquisición de datos y el análisis de los resultados, para ellos fue un curso muy completo.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (2.ª ed.). McGraw-Hill. https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf?utm

BricoGeek. (s. f.). *Kit 16 sensores para Arduino (nivel intermedio)*. https://tienda.bricogeek.com/kits-arduino/1934-kit-16-sensores-para-arduino-intermedio.html

Digitalic. (2021, 15 marzo). *Arduino: cos'è, come funziona e i progetti che puoi fare*. https://www.digitalic.it/hardware-software/arduino

Heath, S. (2003). *Embedded systems design* (2nd ed.). Newnes.

Morinigo, C. I., & Fenner, I. (2021). *Teorías del aprendizaje*. *Minerva Magazine of Science*, 1–37. https://doi.org/10.31070/rm2021cim06

Reyes Sánchez, E., & Hernández Rodríguez, A. (2022). Los gestores de contenidos educativos en la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 14*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/866

Reyes Sánchez, E., Hernández Rodríguez, A., Reyes, A., & Rojas Segovia, F. A. (2024). Chat GPT: Apoyo tecnológico para estudiantes universitarios. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/972

Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (s. f.). *DidacTIC*. https://didactic.uaslp.mx/

INSTRUCCIÓN POR PARES Y AULA INVERTIDA PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE FÍSICA EN INGENIERÍA

PEER INSTRUCTION AND FLIPPED CLASSROOM FOR SOLVING PHYSICS PROBLEMS IN ENGINEERING

V. Valenzuela González[1]
M. H. Ramírez Díaz[2]
A. Hernández Quintana[3]

RESUMEN

El propósito de esta investigación es describir una experiencia en la implementación de metodologías activas de la Física, como el aula invertida y la instrucción por pares para la resolución de problemas del tema de fuerza eléctrica. La investigación se llevó a cabo en el Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II, con un grupo de 32 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistema Computacionales en la materia de Física General. Se les proporcionó a los estudiantes material de apoyo para estudiar en casa. En el aula se resolvieron tres problemas, los estudiantes se reunieron en parejas para argumentar, analizar y resolver los ejercicios dando como resultado que el problema 1 y el 3 tuvieron un 81% de respuestas correctas y el problema 2 un 69% de respuestas correctas.

ABSTRACT

The purpose of this research is to describe an experience in the implementation of Physics active methodologies, such as the flipped classroom and peer instruction for problem solving on the topic of electric force. The research was carried out at the Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II, with a group of 32 students from the major Computer Systems Engineering in the General Physics course. Students were provided with support material to study at home. In the classroom three problems were solved, the students were grouped in pairs to debate, analyze, and solve the problems, with the result that problems 1 and 3 had 81% correct answers and problem 2 had 69% correct answers.

ANTECEDENTES

Las clases de Física se han caracterizado en la enseñanza tradicional, como clases magistrales donde el profesor expone los temas y el estudiante recibe la información en forma pasiva. En la actualidad, la enseñanza en las asignaturas de ciencias ha propuesto nuevas metodologías, las cuales colocan a los estudiantes en diversos escenarios para adquirir saberes y contribuir a su crecimiento, brindándoles la oportunidad de desarrollar el pensamiento crítico y lograr involucrarlo en el proceso de enseñanza aprendizaje (Taipei, 2020).

Para Sánchez et al. (2020) la resolución de problemas en la enseñanza de la Física se utiliza como estrategia para hacer visible un logro de los estudiantes. Si se consigue que el alumno desarrolle la habilidad para resolver problemas, se alcanzaría uno los objetivos de la educación en ciencias.

[1] Profesor Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II. veronica.vg@chihuahua2.tecnm.mx
[2] Profesor Investigador. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Legaria. mramirezd@ipn.mx
[3] Profesor Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México campus Chihuahua II. andres.hq@chihuahua2.tecnm.mx

Objetivo
El objetivo de la siguiente investigación es implementar metodologías activas como el aula invertida y la instrucción por pares para la resolución de problemas del tema de Fuerza Eléctrica en estudiantes de Ingeniería.

Pregunta de investigación
¿Los estudiantes de Ingeniería logran desarrollar la habilidad de la resolución de problemas, utilizando las metodologías del aula invertida e instrucción por pares?

Justificación
El Nuevo modelo educativo del Tecnológico Nacional de México Humanismo para la Justicia Social (Tecnológico Nacional de México [TecNM], 2024a) menciona que "Uno de los elementos que caracteriza el proceso formativo del nuevo modelo es el aprendizaje basado en el pensamiento crítico, el diálogo y la cooperación a través de equipos en donde se establece una interdependencia positiva que favorece el beneficio mutuo".

En la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería es común que los programas aborden la resolución de problemas, esto con la finalidad de aportar al perfil del Ingeniero los conocimientos, análisis y razonamientos críticos que debe tener para resolver problemas que se presenten en el desarrollo de la profesión empleando los conocimientos de Física (TecNM, 2016).

Es necesario la implementación de estrategias que ayuden a la enseñanza aprendizaje para que los estudiantes logren alcanzar las habilidades de pensamiento crítico, está demostrado que cuando se centra la educación en el alumno se llegan a mejores desempeños en el aprendizaje. Por tal motivo la propuesta de utilizar el aula invertida y la instrucción por pares contribuye al desarrollo de estas destrezas. La efectividad de esta combinación ha sido probada en varias áreas del conocimiento, así como en diferentes niveles educativos (Fierro et al., 2024).

METODOLOGÍA

Las metodologías activas en la enseñanza de la Física ponen al estudiante como protagonista de su aprendizaje, donde se crea un entorno educativo real, logrando autonomía, iniciativa, colaboración y desarrollo de habilidades creativas (Labrador y Andreu, 2008 como se citó en Sailema et al., 2023).

Para Hernández y Murillo (2019) quienes implementaron la instrucción por pares y la enseñanza justo a tiempo en clases de Física en nivel superior, resaltan que dichas estrategias presentan características importantes como estar basadas en investigaciones educativas en la enseñanza de las ciencias, los estudiantes exponen sus ideas y demuestran evidencia objetiva del aprendizaje.

En esta investigación se conjuntan dos metodologías para abordar la resolución de problemas de fuerza eléctrica, el aula invertida y la instrucción por pares.

Resolución de problemas

La resolución de problemas crea aprendizajes mediante la identificación, el descubrimiento, el análisis y la solución de problemas relacionados con la interrelación del entorno o medio ambiente que rodea al alumno. Contribuye a la formación del profesionista para un buen desempeño en su labor (Sánchez et al., 2024).

Cuando un estudiante soluciona un problema requiere examinar lo que sabe y el dominio de conocimiento que se tiene, además de las opciones sobre la solución. Esto lleva al alumno a pensar sobre qué información es proporcionada por el problema y cuales datos desconoce e investigar lo que necesita para dar la solución (Ríos, 2018).

Aula invertida

El aula invertida o "*flipped classroom"* es una propuesta hecha por los profesores Bergmann y Sams donde plantearon una forma de invertir el salón de clases y cambiar las exposiciones orales tradicionales del profesor por materiales que son vistos por los estudiantes fuera del salón de clase. El aula invertida es una metodología que invierte la forma tradicional de enseñanza.

Los estudiantes en horas fuera de clase revisan los materiales proporcionados por el profesor, estos pueden ser videos, textos o cualquier otro material de apoyo. Los alumnos estudian en su casa a su propio ritmo y en el horario de clase se enfocan en practicar lo aprendido en actividades que implican la argumentación, aplicación de ideas o resolución de problemas entre otras (Hurtado et al., 2023).

En el aula invertida la diversidad que presentan los estudiantes en cuestión de conocimientos es considerada a través del acceso a los contenidos previos, así se alientan las discusiones, actividades o problemas, ya que todos los estudiantes saben sobre lo que se está tratando en la clase. Esta metodología puede ayudar a desarrollar hábitos de estudio (Espinoza et al., 2018 y Silvestre, 2024).

Al invertir la clase el docente desarrolla estrategias ya sean individuales o colaborativas, donde fomenta el esfuerzo, el razonamiento crítico, la creatividad y propicia que los estudiantes aborden nuevas situaciones con los conocimientos estudiados en casa (González y Fillat, 2021)

En la investigación realizada por Fidalgo-Blanco et al. (2020) identifican tres modelos diferentes de aula invertida: 1) no hay una continuidad planificada entre las actividades de la lección en casa y los deberes en clase, 2) Las actividades de los deberes en clase refuerzan las realizadas en la lección en casa y 3) las actividades de la lección en casa y los deberes en clase forman un conjunto planificado de acciones. Cabe resaltar que en los modelos 1 y 2, un estudiante que no ha visto el material en casa puede realizar las actividades en el aula y en el modelo 3 el alumno requiere haber estudiado el material en casa para trabajar las actividades en el aula.

Instrucción por pares

Con la finalidad de mejorar las prácticas de la enseñanza y cambiar la monotonía en las clases de Física, el Dr. Erick Mazur pone a trabajar en pequeños grupos o parejas de alumnos para

aprovechar la interacción durante la clase. Realiza una serie de preguntas y se les da un tiempo para que formulen sus respuestas, discutiendo sus argumentos entre ellos. Por lo que, este proceso los obliga a reflexionar, esta metodología es llamada Instrucción por pares o *"peer instruction"* (Mazur, 2014).

La instrucción por pares permite que los estudiantes verbalicen explicaciones y generen nuevos conocimientos. Cuando un alumno discute las preguntas, podría generar una identificación de lagunas en sus conocimientos, fomentando el proceso metacognitivo para detectar y corregir errores en los modelos mentales; esto los lleva a dar mejores respuestas en parejas o grupo que solos (Tullis y Goldstone, 2020).

Para Ibaceta (2018) la instrucción entre pares ofrece una serie de ventajas como el aumento de la capacidad de atención por parte del alumno, el aprendizaje conceptual es más profundo pudiendo extrapolarlo a nuevos contextos o problemas, fomenta la argumentación, identifica los puntos débiles de los estudiantes, mejora sensación de autoeficacia del estudiante entre otros.

Para la implementación de estas metodologías se realizan presentaciones cortas, con temas claves, seguidas de una prueba conceptual, con el formato siguiente: 1) la pregunta es postulada por el profesor, 2) los estudiantes tienen un tiempo prudente para pensar la respuesta, 3) los alumnos responden de forma individual, 4) los estudiantes discuten sus ideas y tratan de convencer a sus compañeros sobre la respuesta correcta, 5) los estudiantes responden de forma individual según lo discutido entre compañeros, 6) el profesor revisa respuestas y realiza la retroalimentación y 7) Se explica detalladamente la respuesta correcta (Freitas y Gomes, 2023).

Contexto de la investigación

La actividad se desarrolló en el semestre agosto-diciembre 2024, en un grupo de Física General de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Los estudiantes que participaron se encontraban cursando el tercer semestre y sus edades oscilaban entre 19 y 23 años. El grupo tenía 32 estudiantes, 5 mujeres y 27 hombres.

Los problemas que resolvieron los estudiantes fueron problemas de fuerza eléctrica entre cargas puntuales que se encontraban distribuidas en el plano cartesiano. En cada uno se requería de obtener distancias entre cargas, ángulos para encontrar la componente de cada fuerza, identificar la dirección de la fuerza u obtener el vector fuerza resultante, la magnitud de la fuerza resultante y por último la dirección del vector fuerza resultante. Cada problema requería conocimientos de trigonometría. Los problemas se pueden consultar en la siguiente liga fuerza eléctrica.pdf. Se formaron 16 parejas que se integraron para debatir las respuestas. La actividad se llevó a cabo por medio de los siguientes pasos:

1.- Se les proporcionó a los estudiantes un documento en pdf que contenía información sobre la resolución de problemas de fuerza eléctrica y explicación detallada con los conocimientos necesarios para lograr resolver los ejercicios que se verían en el salón de clase. Este documento se estudió en casa.

2.- Se les instaló la aplicación móvil llamada R. Aumentada Electrostática (TecNM, 2024b), la cual está diseñada para el estudio de problemas de descomposición de fuerzas, fuerza eléctrica entre cargas puntuales, campo eléctrico en un punto, diferencia de potencial en un punto entre otros temas. Cabe mencionar que la aplicación no es una calculadora de ejercicios, más bien cuenta con ejercicios tipo que tienen algunos valores fijos y el estudiante puede ingresar algunos datos y obtener los resultados para analizar paso a paso como resolver los ejemplos.

3.- El día de la actividad se les proporcionó un problema, el cual lo resolvieron individualmente.

4.- Los estudiantes se organizaron en parejas para discutir sus resultados y argumentar sobre la respuesta.

5.- Terminado el tiempo las parejas se ponen de acuerdo en una respuesta en común. Se muestra la respuesta correcta y el profesor contabiliza el porcentaje de los estudiantes que tenían la respuesta correcta.

5.- El profesor explica la respuesta correcta retroalimentando sobre los procedimientos.

6.- Al día siguiente se les proporcionó nuevamente un problema para realizar los mismos pasos del 3 al 5. En total se resolvieron 3 problemas.

7.- Al finalizar la actividad se aplicó una pequeña encuesta de satisfacción para recabar información sobre el uso de las metodologías implementadas.

RESULTADOS

Después de que los estudiantes se reunieran en pareja para argumentar y obtener el resultado final se contabilizaron los aciertos por problema dando los porcentajes siguientes:

Problema 1: obtuvo 81% de respuestas correctas y 19% incorrecta.

Problema 2: obtuvo 69% de respuestas correctas y 31% incorrecta.

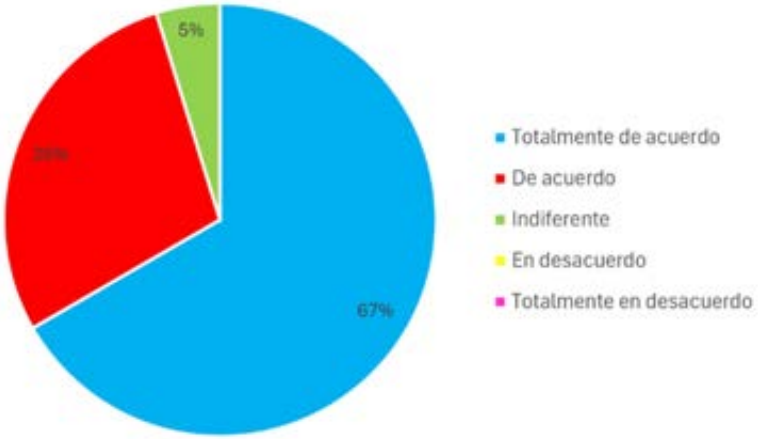
Problema 3: obtuvo 81% de respuestas correctas y 19% incorrecta.

Resultados de la encuesta de la percepción de los estudiantes

Para recabar información sobre la implementación de las metodologías, se aplicó una pequeña encuesta tipo Likert con cinco opciones de respuesta. Los resultados son los siguientes:

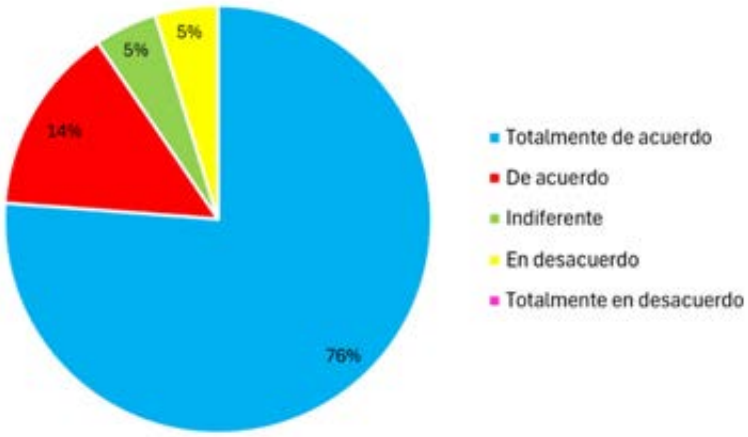
Pregunta 1. El material que me proporcionó el profesor (documento pdf y la aplicación de electrostática) me brindó los conocimientos necesarios para resolver los problemas vistos en el aula. Los estudiantes debieron de revisar el material de apoyo, previamente al desarrollo de la actividad. Como se puede observar en la Figura 1, los estudiantes encontraron de utilidad los materiales con un 67% totalmente de acuerdo, 28% de acuerdo y a un 5% le es indiferente.

Figura 1. *Material de apoyo.*



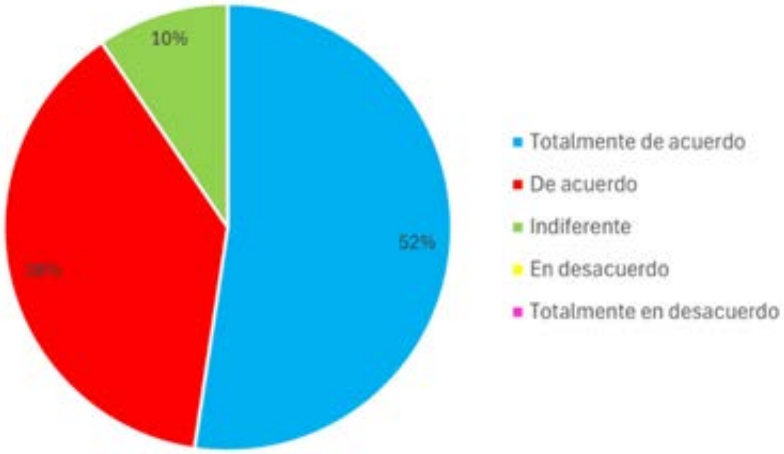
Pregunta 2. El trabajar en parejas ayudó a colaborar para lograr mejor el entendimiento de los problemas de fuerza eléctrica. En la Figura 2, se observa que los estudiantes se encuentran totalmente de acuerdo con 76% y 14% de acuerdo con la interacción de trabajar entre pares para lograr mejor entendimiento. También encontramos que un 5% le es indiferente trabajar con otro compañero y un 5% está en desacuerdo.

Figura 2. *Entendimiento del problema.*



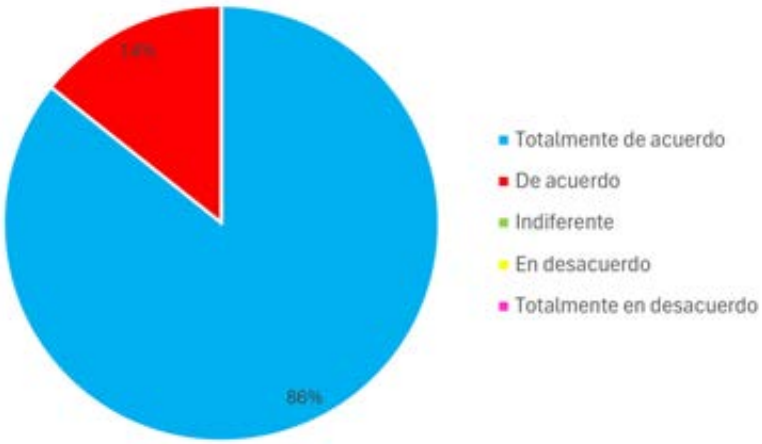
Pregunta 3. Al estudiar los materiales en casa y trabajar en pareja me sentí motivado a resolver los problemas. En la Figura 3 observamos que un 52% está totalmente de acuerdo, seguido de un 38% que está de acuerdo considerando a este porcentaje que, si encontraron motivación al tener materiales de apoyo y lograr resolver solo los ejercicios, también hay un 10% que le es indiferente.

Figura 3. *Motivación.*



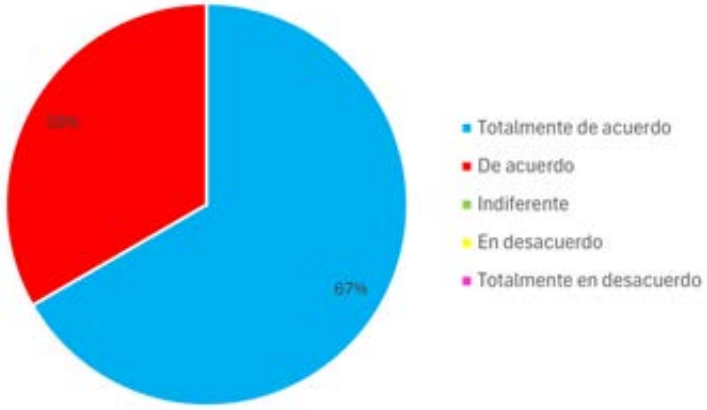
Pregunta 4. El rol del profesor en esta actividad ayudó a disipar las dudas. Los porcentajes de la Figura 4 muestran que a la función del profesor al realizar la retroalimentación fue de gran ayuda para entender la resolución de problemas con un 86% totalmente de acuerdo y un 14% de acuerdo.

Figura 4. *Rol del profesor.*



Pregunta 5. Al finalizar la entrega de los ejercicios de fuerza eléctrica, habiendo estudiado los materiales y resuelto con mis compañeros los problemas, me generó un logró y autonomía, pensando que yo puedo estudiar independiente si tengo el material correcto. Para esta pregunta la Figura 5 muestra que los alumnos se encuentran totalmente de acuerdo con 67% y 33% de acuerdo, teniendo una percepción de satisfacción el resolver solos los problemas contando con los apoyos didácticos adecuados.

Figura 5. *Satisfacción o logro.*



Pregunta 6. Es una pregunta abierta donde se les pide escribir un comentario para seguir implementando el trabajo entre pares y el aula invertida. Solo seis estudiantes enviaron los siguientes comentarios:

a) Los temas los aprendí, pero me gustaría practicar más.
b) A mí me gustó trabajar en parejas, las explicaciones de la maestra y los materiales si fueron buenos.
c) En general el trabajo de esta forma es más útil para nosotros ya que se vuelve fácil resolver nuestras dudas con nuestros propios compañeros, lo que agiliza el aprendizaje.
d) Es una buena idea, aunque ayudaría más el repaso de los materiales en la clase.
e) Más interacción con el profesor.
f) Me gustaría una pareja donde sepamos hacer los dos el trabajo.

CONCLUSIONES

Los estudiantes lograron desarrollar la habilidad de resolución de problemas usando las metodologías del aula invertida y la instrucción por pares que favorecen a este desarrollo. Las respuestas correctas son por arriba del 80% en el problema 1 y el problema 3, se logró debatir sobre los procedimientos de cada problema, logrando que los estudiantes desarrollaran correctamente los análisis de los reactivos.

En el caso del problema 2, presentó un 31% de respuestas incorrectas. Analizando los errores conceptuales que presentan los estudiantes al resolver este problema se encontró el uso incorrecto de prefijos de potencias de diez, desconocimiento de funciones trigonométricas y errores en la descomposición de la magnitud de la fuerza. Esta información ayuda a mejorar los materiales de apoyo, enfatizando un refuerzo para que el estudiante en casa repase esos temas.

La encuesta de la percepción de los estudiantes arrojó información valiosa indicando que los materiales eran los adecuados, que les resulta grato trabajar con sus compañeros porque logran entender mejor los problemas, que se sienten motivados y les genera una autonomía para resolver los problemas.

BIBLIOGRAFÍA

Espinoza, T., Solano, I., & Veit, E. (2018). Aula invertida (flipped classroom): Innovando las clases de física. *Revista de Enseñanza de la Física, 30*(2), 59–73. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/22736

Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2020). *Ventajas reales en la aplicación del método de aula invertida–flipped classroom*. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.3610578

Fierro, C., Woocay, A., Torres, C., Gamboa, A., Gómez, L., & Barraza, N. (2024). Combinación metodológica del aula invertida y la instrucción entre pares aplicada en la enseñanza de matemáticas a nivel medio superior. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5*(5), 1685–1705. https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/2714

Freitas, R., & Gomes, D. (2023). Um relato de experiências do uso da metodologia *peer instruction* no ensino médio integrado. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar, 9*(29). https://doi.org/10.21920/recei72023929241252

González, A., & Fillat, M. (2021). Clase inversa y aprendizaje activo para incentivar la participación y la motivación en prácticas de laboratorio de biología molecular. *Revista de Educación Bioquímica, 40*(1), 4–12. https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2021/reb211b.pdf

Hernández Campos, M., & Murillo-Quirós, N. (2019). Instrucción entre pares y enseñanza justo a tiempo: Una experiencia en la enseñanza de la física en educación superior. *Cuadernos de Investigación UNED, 11*(2), 130–136. https://doi.org/10.22458/urj.v11i2.2310

Hurtado, T. A. S., Garcés, M. F. L., León, M. B. A., & Escobar, M. C. E. (2023). Metodologías activas para la enseñanza aprendizaje de física en el bachillerato. *Ciencia Latina, 7*(1), 9446–9477. https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5069

Ibaceta Álvarez, V. (2018). Instrucción entre pares como metodología a utilizar en enfermería: Revisión de literatura. *RHE – Revista Habanera de Enfermería, 29*(1), 34–41. https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/zs7js

Mazur, E. (2014). *Peer instruction: A user's manual*. Pearson.

Sánchez, C., Zaragoza, J. y Dicha, C. (2024). Implementación del ABP para la conceptualización de las derivadas en una IPES del Altiplano. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*(2024), 400-410. . https://doi.org/10.63136/read162024971pp400

Sánchez, I., Herrera, E., & Rodríguez, C. (2020). Eficacia de la resolución colaborativa de problemas en el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas y en el rendimiento en física. *Formación Universitaria, 13*(6), 191–204. https://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v13n6/0718-5006-formuniv-13-06-191.pdf

Silvestre, J. (2024). Caso de éxito del aprendizaje activo en la enseñanza aprendizaje de Física en ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital. 16*(2024), 100-110. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/941?utm

Taipe, M. (2020). Metodologías activas en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Roca: Revista Científico-Educaciones de la provincia de Granma*, *16*(1), 463-472. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7414344

TecNM (2024a). *Modelo Educativo del Tecnológico Nacional de México Humanismo para la Justicia Social.* https://zitacuaro.tecnm.mx/pdf/slider/documento5410.pdf

TecNM (2024b). *R.Aumentada Electrostática* (1.0.1) [Aplicación móvil]. Desarrollado por L.D. Carrillo. Google Play Store. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.TecnolgicoNacionaldeMxicoCampusChihuahuall.ARElectrostatic

TecNM (2016). *Programa Académico de Física General*. https://tlahuac.tecnm.mx/PDFs/sistemascompetencias/3_SCF-1006.pdf

Tullis, J. y Goldstone, R. (2020). Why does peer instruction benefit student learning?.*Cognitive research: principles and implications*, *5*, 1-12. https://doi.org/10.1186/s41235-020-00218-5

IMPACTO DE LOS VERANOS DE INVESTIGACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

IMPACT OF RESEARCH SUMMERS ON ENGINEERING EDUCATION

D. I. Gallardo Alvarez[1]
E. G. Vargas Espinoza[2]
I. Duran Belman[3]

RESUMEN

La educación en ingeniería no se limita a impartir conocimientos técnicos; también debe fomentar habilidades esenciales como el análisis crítico, la solución de problemas y la capacidad de investigar de manera efectiva. Este artículo explora el impacto de los veranos de investigación en la formación de ingenieros, enfocándose en cómo estos programas de apoyo contribuyen a un proceso formativo más completo a través de la asesoría y la investigación. Se parte de la necesidad de fortalecer las competencias investigativas y analíticas en los estudiantes de ingeniería para prepararlos ante los retos de un entorno laboral altamente competitivo. La metodología incluye el análisis de experiencias en programas como el Verano de la Ciencia Región Centro, el Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, y el Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT), utilizando datos recolectados a través de un cuestionario con escala Likert para evaluar la percepción de mejora en el desempeño académico, las habilidades adquiridas y la motivación profesional. Los resultados indican una percepción positiva de mejora en el desempeño académico, así como en el desarrollo de habilidades críticas y una mayor motivación hacia estudios de posgrado. Se concluye que los veranos de investigación representan una herramienta eficaz para enriquecer el proceso formativo de ingenieros, contribuyendo al desarrollo de competencias clave que fortalecen su perfil profesional.

ABSTRACT

Engineering education is not limited to imparting technical knowledge; it must also foster essential skills such as critical analysis, problem-solving, and the ability to conduct effective research. This article explores the impact of research summer programs on the training of engineers, focusing on how these support programs contribute to a more comprehensive educational process through mentorship and research. It is based on the need to strengthen research and analytical competencies in engineering students to prepare them for the challenges of a highly competitive work environment. The methodology includes analyzing experiences in programs such as the Central Region Science Summer, the Pacific Scientific and Technological Research Summer, and the International Summer Research Program in Science and Technology (VIICyT). Data was collected through a Likert-scale questionnaire to assess students' perceived improvement in academic performance, acquired skills, and professional motivation. The results indicate a positive perception of improvement in academic performance, as well as in the development of critical skills and increased motivation toward graduate studies. It is concluded that research summer programs serve as an effective tool to enrich the educational process of engineers, contributing to the development of key competencies that strengthen their professional profile.

ANTECEDENTES

En un entorno laboral cada vez más competitivo y dinámico, los ingenieros requieren no solo de conocimientos técnicos, sino también de habilidades críticas como el análisis, la resolución de problemas y la investigación aplicada. Sin embargo, se ha identificado que

[1] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. dennise.ga@irapuato.tecnm.mx
[2] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. elizabeth.ve@irapuato.tecnm.mx
[3] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. israel.db@irapuato.tecnm.mx

muchos programas educativos en ingeniería carecen de un enfoque robusto en el desarrollo de competencias investigativas y analíticas. Esta situación limita la capacidad de los estudiantes para adaptarse a los constantes cambios tecnológicos y a las demandas del mercado laboral.

Ante este panorama, surge la necesidad de explorar alternativas que potencien el proceso formativo de los estudiantes de ingeniería. Una de estas alternativas son los veranos de investigación, que brindan la oportunidad de aplicar conocimientos teóricos en proyectos reales, fomentar la colaboración interdisciplinaria y desarrollar habilidades críticas en un entorno académico-profesional. Estos programas de apoyo se presentan como una vía para fortalecer competencias clave y mejorar el desempeño académico de los estudiantes.

El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de los veranos de investigación en el desempeño académico de los estudiantes de ingeniería, así como evaluar el desarrollo de habilidades críticas y la motivación hacia estudios de posgrado como resultado de la participación en estos programas. Ante este enfoque, surgen las siguientes preguntas de investigación, que buscan explorar de manera integral las percepciones de los estudiantes respecto a su crecimiento académico y profesional: ¿Cómo influyen los veranos de investigación en el desempeño académico de los estudiantes de ingeniería? y ¿De qué manera contribuyen estos programas al desarrollo de habilidades críticas y a la motivación profesional?

Este estudio se justifica en la necesidad de fortalecer las competencias investigativas y analíticas en los estudiantes de ingeniería, evidenciando cómo los veranos de investigación contribuyen al desarrollo de habilidades críticas y motivación profesional, preparándolos para un entorno laboral altamente competitivo. Además, busca proporcionar información valiosa para las instituciones educativas que participan en los programas de apoyo en investigación, contribuyendo a formar ingenieros más preparados y competitivos.

La investigación se basa en el análisis de experiencias en programas de veranos de investigación como el Verano de la Ciencia Región Centro, el Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, y el Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT). Estos programas han permitido a estudiantes de ingeniería participar en proyectos interdisciplinarios, asesorados por investigadores en instituciones de educación superior y centros de investigación. La recolección de datos se enfocó en aspectos como desempeño académico, habilidades adquiridas y motivación profesional, lo que permitió analizar de manera integral cómo estas experiencias influyen en su proceso formativo.

No obstante, este estudio presenta algunas limitaciones. Una de ellas es que el estudio se enfoca exclusivamente en el Tecnológico Nacional de México campus Irapuato, lo cual podría restringir la generalización de los resultados a otros contextos educativos. Asimismo, al basarse en la percepción de los estudiantes respecto a su crecimiento académico y profesional, existe la posibilidad de sesgos subjetivos.

A pesar de estas limitaciones, los resultados de esta investigación son relevantes para instituciones educativas interesadas en mejorar sus procesos formativos en ingeniería. Al demostrar el impacto positivo de los veranos de investigación en el desarrollo de

competencias clave, el estudio proporciona evidencia que puede orientar la participación o fortalecimiento de programas de apoyo en investigación. Esto contribuirá a formar ingenieros más preparados y competitivos, capaces de afrontar los desafíos de un entorno globalizado.

A través del análisis de datos recopilados mediante un cuestionario, se pretende ofrecer una comprensión más profunda de la importancia de fomentar la participación en programas de investigación científica en el ámbito educativo. Este enfoque no solo contribuye a fortalecer el proceso formativo de los ingenieros, sino que también los prepara de manera integral para enfrentar los desafíos de un entorno laboral globalizado y en constante evolución.

METODOLOGÍA

Para abordar el problema de la necesidad de fortalecer las competencias investigativas y analíticas en los estudiantes de ingeniería, esta investigación analiza el impacto de los veranos de investigación en el proceso formativo de estos estudiantes. Se busca responder a las preguntas de investigación planteadas, evaluando cómo influyen los programas Verano de la Ciencia Región Centro, Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, y Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT) en el desempeño académico, el desarrollo de habilidades críticas y la motivación profesional.

En el Verano de la Ciencia Región Centro el estudiantado de licenciatura realiza una estancia de investigación de cinco semanas de forma presencial, virtual o híbrida de acuerdo con la naturaleza del proyecto, colaborando en un proyecto de investigación de ciencia, tecnología o innovación, bajo la supervisión de un(a) investigador(a) adscrito(a) a alguna de las instituciones asociadas participantes (Verano de la Ciencia Región Centro, 2024).

Con respecto al Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico, conocido también como Verano Delfín, este se creó en 1995 con el objetivo de fortalecer la cultura de colaboración entre las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación integrantes del Programa, a través de la movilidad de profesores-investigadores, estudiantes y de la divulgación de productos científicos y tecnológicos. En lo particular para fortalecer el desarrollo de la investigación y el posgrado nacional (Programa Delfín, 2025).

Finalmente, el Verano Internacional de Investigación en Ciencia y Tecnología (VIICyT), está dirigido a estudiantes de licenciatura del TecNM, así como de otras instituciones de Educación Superior de México y de otros países que se encuentren cursando desde el sexto semestre, posterior, o equivalente para participar en el VIICyT. Durante 6 semanas, el VIICyT puede ser realizado en 3 modalidades: presencial, virtual o híbrido, según lo determine el/la profesor(a) responsable de la propuesta del verano internacional (TecNM/Cenidet, 2025).

El marco teórico de este estudio se sustenta en investigaciones previas sobre programas de apoyo en investigación y su contribución al proceso formativo en ingeniería. Por un lado, (Cornejo & Sánchez, 2022) afirman que “es evidente la necesidad de fortalecer el ámbito de la búsqueda, selección y delimitación de la información científica como un primer paso a la realización de proyectos de investigación”, lo que detona la importancia del presente estudio. Y (Urrea, 2013) coincide con que “los Veranos de la Investigación Científica representan

una vía importante en la iniciación de jóvenes de licenciatura en el mundo de la ciencia y la investigación científica".

Además, estudios en educación superior muestran que las experiencias prácticas, como certificaciones y programas extracurriculares, fortalecen competencias clave en ingenieros, mejorando su preparación y empleabilidad. Esta perspectiva coincide con el impacto de los veranos de investigación, ya que ambos enfoques contribuyen al desarrollo de habilidades que complementan la formación en el aula. Al participar en estas experiencias, los estudiantes adquieren conocimientos aplicados y competencias críticas, potenciando su perfil profesional y la motivación hacia estudios de posgrado (Razón González, Ortega Herrera, & Lozano Luna, 2019). Sin embargo, aún es necesario profundizar en este tema de tal forma que se evidencien estos beneficios, especialmente en contextos específicos como los estudiantes de ingeniería.

Este estudio busca aportar a la literatura existente al analizar el impacto en el desempeño académico, habilidades adquiridas y motivación profesional en estudiantes de ingeniería participantes en veranos de investigación del Tecnológico Nacional de México campus Irapuato.

El alcance de la investigación es descriptivo y exploratorio, ya que busca analizar y describir el impacto de los veranos de investigación en el proceso formativo de los estudiantes, sin intervenir directamente en los programas mencionados. Estas experiencias han permitido a los estudiantes participar en proyectos interdisciplinarios, asesorados por investigadores en instituciones de educación superior y centros de investigación, brindándoles la oportunidad de aplicar sus conocimientos teóricos en problemas reales.

Para la selección de la muestra, se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando a estudiantes de ingeniería que participaron en al menos uno de los programas durante los años 2024, 2023 y 2022. Se eligieron estos años debido a que recolectar datos de periodos anteriores resultó complicado, dado que la mayoría de los participantes ya son egresados. La muestra está compuesta por 63 estudiantes provenientes de diversas especialidades de ingeniería, con el objetivo de obtener una visión integral del impacto de los veranos de investigación en diferentes áreas del conocimiento. Se consideraron características demográficas como el semestre cursado y el área de especialidad para analizar posibles variaciones en el impacto del programa.

La recolección de datos se realizó mediante un cuestionario estructurado enfocado en recopilar información sobre habilidades adquiridas, como pensamiento crítico, solución de problemas y comunicación científica, así como sobre la motivación profesional y el interés en estudios de posgrado. El análisis de datos se realizó en un tablero interactivo de Power BI, lo que permitió explorar patrones y tendencias en la percepción de habilidades adquiridas y motivación profesional.

Aunque el diseño metodológico fue cuidadosamente estructurado, se reconocen algunas limitaciones en el estudio, como la dependencia de la autopercepción de los estudiantes respecto a su crecimiento profesional, lo cual puede introducir sesgos subjetivos. Además, al tratarse de un muestreo por conveniencia, los resultados podrían no ser generalizables a todos

los estudiantes de ingeniería. No obstante, estos hallazgos proporcionan una visión valiosa sobre el impacto de los veranos de investigación en el contexto educativo mexicano, contribuyendo al conocimiento existente y orientando a las instituciones educativas en la participación de programas de apoyo en investigación.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio destacan la importancia de seguir incentivando la participación de los estudiantes en los veranos de investigación, ya que su formación se enriquece en aspectos fundamentales que trascienden el aprendizaje en el aula, como el desarrollo de habilidades investigativas, pensamiento crítico y capacidad analítica. Estos programas representan una valiosa oportunidad para complementar su educación y prepararlos de manera integral para los desafíos profesionales que enfrentarán.

El análisis de los datos recolectados de 63 estudiantes que participaron en veranos de investigación durante los años 2022, 2023 y 2024, muestra un impacto positivo en su formación profesional. En particular, se observa un incremento en el desarrollo de competencias críticas como habilidades analíticas y pensamiento crítico, así como una mayor motivación profesional, reflejada en el interés por continuar estudios de posgrado.

A continuación, se detallan los resultados específicos:

- Durante los años 2022, 2023 y 2024 se atendieron a 63 estudiantes en los tres veranos de investigación en cuestión. Cabe aclarar que estos estudiantes fueron atendidos por 5 profesores de la institución en la que se enfoca este estudio.
- Del total de estudiantes:
  - 39.68% fueron mujeres y 60.32% hombres.
  - La mayoría tenía entre 20 y 21 años, mientras que el resto tenía 22.
  - En cuanto al semestre cursado, la mayoría se encontraba en 6to semestre, mientras que el resto en 8vo semestre, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. *Perfil de participantes.*

Con respecto a la experiencia en el verano de investigación:

- La mayoría de los participantes estuvieron involucrados en proyectos de investigación aplicada (60.32%), mientras que el 26.99% trabajó en investigación teórica y el 12.7% en proyectos interdisciplinarios, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. *Experiencia en el verano de investigación.*

En el aspecto del desempeño académico, los participantes percibieron mejoras:

- El 55.5% estuvo totalmente de acuerdo en que la experiencia mejoró su desempeño académico general.
- El 85.7% afirmó (totalmente de acuerdo) haber mejorado su comprensión de conceptos teóricos vistos en clase.
- Además, el 66.6% consideró (totalmente de acuerdo) que la experiencia les ayudó a gestionar mejor su tiempo y tareas académicas, como se observa en la Figura 3.

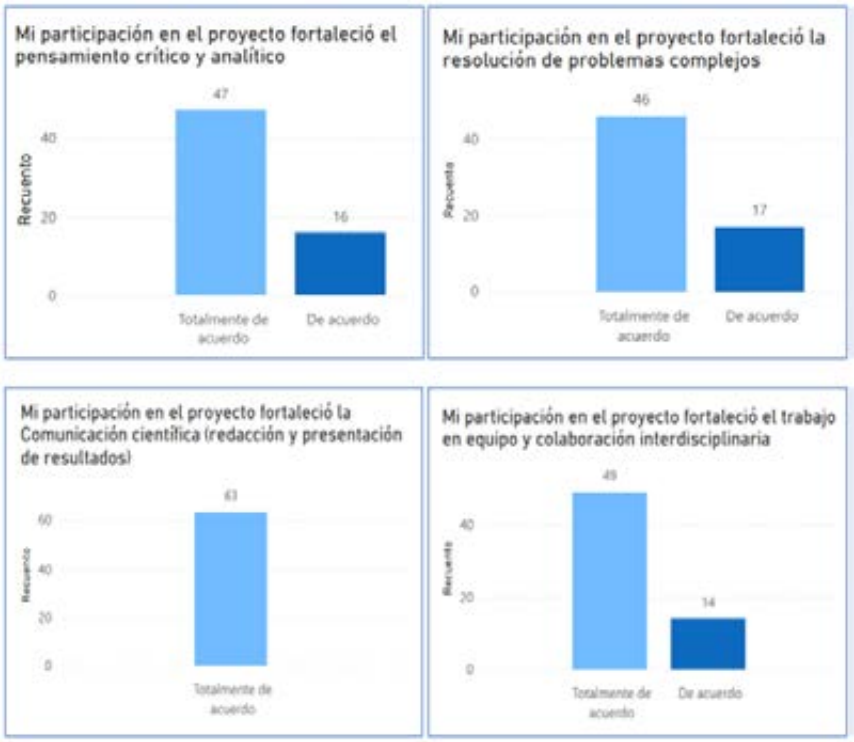
Figura 3. *Impacto en el desempeño académico.*

El análisis del desarrollo de habilidades críticas reveló que la participación en los veranos de investigación contribuyó de la siguiente manera:

- El 74.6% de los estudiantes indicó una mejora significativa en su pensamiento crítico y analítico.
- El 73% mencionó haber fortalecido su capacidad de resolución de problemas complejos.

- En cuanto a la comunicación científica, el 100% afirmó haber mejorado en redacción y presentación de resultados.
- Por último, el 77.7% destacó el trabajo en equipo y la colaboración interdisciplinaria como uno de los aprendizajes más valiosos, como se observa en la Figura 4.

Figura 4. *Desarrollo de habilidades críticas.*



En relación con la motivación profesional:

- El 60.32% manifestó un mayor interés en continuar con estudios de posgrado, como se ve en la Figura 5.

Figura 5. *Motivación profesional.*

Finalmente, con respecto a la satisfacción y recomendaciones, se obtuvo:

- En general, el 88.8% de los estudiantes se mostró satisfecho con su experiencia en el verano de investigación.
- El 93.6% recomendaría la participación en estos programas a otros estudiantes de ingeniería, como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6. *Satisfacción y recomendaciones.*

Como se puede observar, todas las respuestas se inclinan hacia un impacto positivo de la participación en los veranos de investigación. Los estudiantes concluyeron sus proyectos con una motivación significativa por lo que en su totalidad recomiendan la participación en este tipo de eventos.

Además de los resultados cuantitativos, los comentarios de los estudiantes sugieren que el acompañamiento de mentores y la aplicación de conocimientos teóricos en contextos reales fueron factores clave en el desarrollo de habilidades críticas y motivación profesional.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio destacan la efectividad de los veranos de investigación como programas de apoyo que fortalecen el proceso formativo de los estudiantes de ingeniería. Se observó una percepción positiva de mejora en el desempeño académico, el desarrollo de habilidades críticas y una mayor motivación hacia estudios de posgrado en los participantes. Además, estos programas contribuyen al desarrollo de competencias clave, como la investigación aplicada y el pensamiento analítico, esenciales en un entorno laboral altamente competitivo.

La experiencia en investigación no solo amplía los conocimientos técnicos, sino que también mejora la capacidad de resolver problemas complejos y abordar desafíos reales, habilidades que son fundamentales en la formación profesional. Asimismo, la exposición a entornos de investigación y la interacción con expertos en las diversas áreas fomentan un aprendizaje significativo que va más allá del aula tradicional.

Dado el impacto positivo identificado en el desarrollo de competencias clave, se recomienda continuar promoviendo estos programas y evaluar su impacto a largo plazo utilizando metodologías mixtas para fortalecer la evidencia sobre su efectividad en la formación integral de futuros ingenieros.

BIBLIOGRAFÍA

Cornejo, V. M. M., & Mejía Sánchez, J. E. (2022). Incorporación temprana a la investigación científica en ambiente virtual para estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 14*. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/831

Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico. (2025). *Programa Delfín* [Sitio web]. https://programadelfin.org.mx/ — Convocatoria 2025: https://www.programadelfin.org.mx/sitio/estudiantes-verano-convocatoria2025.php

Razón González, J. P., Ortega Herrera, F. J., & Lozano Luna, A. (2019). Impacto de la gestión de certificaciones internacionales en la inserción laboral de los ingenieros electromecánicos. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 10*. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/495

TecNM/CENIDET. (2025). *Acerca de nuestro verano (VIICyT)*. https://veranocientifico-cenidet-tecnm.com/AcercaVerano

Urrea Zazueta, M. L. (2013). Los veranos de la investigación científica: Una vía para la formación de jóvenes investigadores en la Universidad Autónoma de Sinaloa. En *Memorias del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa* (Área 4: Educación Superior, Ciencia y Tecnología). https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_04/0718.pdf

Universidad Autónoma de Aguascalientes. (2024). *Convocatoria: Verano de la Ciencia de la Región Centro 2024*. https://www.uaa.mx/portal/wp-content/uploads/2024/02/convocatoria_de_la_ciencia_de_la_region_centro_2024.pdf

DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE EGRESO ESPECÍFICOS PARA INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

DEFINITION AND EVALUATION OF SPECIFIC GRADUATE ATTRIBUTES FOR AN INFORMATION TECHNOLOGY ENGINEERING

R. E. López Díaz[1]
I. Y. Hernández Báez[2]
A. D. Nieto Yáñez[3]

RESUMEN

En este artículo se presenta la definición y evaluación de los atributos de egreso específicos para un programa académico de Ingeniería en Tecnologías de la Información de una universidad pública de México. La definición de los atributos de egreso tomó en cuenta las competencias técnicas, habilidades prácticas y conocimientos actualizados en los ejes de formación del plan de estudios, sin perder de vista los atributos de egreso establecidos en estándares internacionales que todo ingeniero debería adquirir. Posteriormente, los atributos de egreso se mapearon con las asignaturas para determinar cuáles aportarían en mayor medida la adquisición de cada uno de ellos y se diseñaron evidencias e instrumentos de evaluación para usarlos para llenar las cédulas de evaluación de los atributos. Los hallazgos proporcionan información valiosa para la mejora continua del programa académico.

ABSTRACT

This article presents the definition and evaluation of specific graduate attributes for the Computer Engineering program at a public university in Mexico. The definition of these attributes was based on the technical competencies, practical skills, and up-to-date knowledge required in the program's curriculum, while also considering the graduate attributes established in international standards that every engineer should acquire. Subsequently, the graduate attributes were mapped to the program's courses to identify which subjects contribute most significantly to the development of each attribute. Evidence and evaluation instruments were designed to measure the achievement of these attributes, which were then used to complete the evaluation forms. The findings provide valuable insights for the continuous improvement of the academic program.

ANTECEDENTES

En el contexto de la educación en ingeniería, los atributos de egreso (AE) son fundamentales porque permiten garantizar que los estudiantes adquieren las competencias necesarias para desempeñarse de forma exitosa en su campo profesional. Un AE es un conjunto de resultados evaluables individualmente, que conforman los componentes indicativos del potencial de un egresado para adquirir competencias o capacidades para ejercer la práctica de la ingeniería a un nivel apropiado. Tradicionalmente, se han utilizado atributos genéricos aplicables a todas las carreras de ingeniería, como los definidos por organizaciones internacionales, por ejemplo, los criterios del Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), (2020) o los criterios del Washington Accord (2013).

[1]Profesor Investigador de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, rlopezd@upemor.edu.mx
[2]Profesora Investigadora de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, ihernandez@upemor.edu.mx
[3]Profesora en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, alma.nieto@fcaei.uaem.edu.mx

Anteriormente, el Programa Educativo (PE) de Ingeniería en Tecnologías de la Información (ITI) se alineó completamente a los siete atributos genéricos del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (CACEI) bajo el marco de referencia 2018, estos se enlistan a continuación:

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.
2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplen las necesidades especificadas.
3. Desarrollar y conducir una experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.
4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.
5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.
6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.
7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.

En Nieto (2022) se presenta la propuesta de una evaluación sistemática de los AEs, debido a que de acuerdo con el marco de referencia de CACEI (2018), uno de los criterios de evaluación, es la valoración y mejora continua y remarca que es importante tener un proceso de evaluación sistemática de los Atributos de Egreso (AE) y Objetivos Educacionales (OE).

El proceso de evaluación de los AE se aplicó al PE de Ingeniería en Informática (IIF) y al de ITI, en el ciclo escolar 2019-2020 y 2020-2021, lo cual permitió comparar los resultados de un periodo de clases presenciales con otros de clases virtuales y posteriormente híbridas.

El objetivo de este trabajo es presentar el proceso de evaluación sistémico de AEs. El proceso es es similar al implantado previamente por el PE de ITI, comenzando con la definición de los AEs pero esta vez de forma específica para ITI y no de manera genérica como se había realizado anteriormente, posteriormente se realizó el mapeo de las asignaturas con cada AE, de tal forma que permitiera evaluar la adquisición de los AEs. Esta evaluación permitirá evaluar e implementar planes de mejora continua que son indispensables para la acreditación del programa bajo el marco de referencia de CACEI del 2021.

Se plantearon las siguientes preguntas de investigación:
1. ¿Es posible definir AEs específicos para el PE de ITI y que al mismo tiempo estén alineados a los AE de CACEI en el marco 2021?
2. ¿Los AEs se pueden evaluar haciendo un mapeo entre éstos y las asignaturas del PE?

En las siguientes secciones se presenta la metodología propuesta, los resultados y conclusiones que incluyen propuestas para el plan de mejora continua.

METODOLOGÍA

En la actualidad es fundamental que los PEs aseguren que sus egresados cuenten con las competencias técnicas, habilidades prácticas y conocimientos actualizados necesarios para desempeñarse con éxito en el ámbito profesional, por lo tanto, los AEs se convierten en un elemento central para garantizar la calidad y pertinencia de un programa de ingeniería. Particularmente, las tecnologías de la información están en continuo avance tecnológico y un PE debería preparar a los estudiantes ante este entorno globalizado y en constante evolución. Aunque se quiere tener AEs específicos no se deben perder de vista los AEs establecidos por organismos internacionales.

Por lo que respecta a la evaluación, en Nieto (2022) se realizó de tal forma que cada asignatura evaluaba al menos dos AEs a los que su aporte es mayor y se diseñaron evidencias e instrumentos, así como cédulas para cada criterio de desempeño de cada uno de los AEs. En Carballo y Arellano (2019) evalúan los AEs encuestando a los propios estudiantes, en Espericueta *et al*. (2019) se presenta una propuesta para la evaluación de los AEs utilizando diferentes herramientas y miden cómo una asignatura y las actividades propuestas impactan no sólo en el logro de los resultados de aprendizaje de la asignatura sino también en el logro de los AEs planteados. Mientras que en Espericueta *et al.* (2020) se presenta una propuesta para realizar la evaluación desde el punto de vista del empleador y para realizarlo usan métodos directos e indirectos que incluyen encuestas.

Para realizar la definición y evaluación de los AEs del PE de ITI se siguió la metodología mostrada en la Figura 1.

Figura 1. *Metodología para la evaluación de AEs.*

La metodología consta de cinco etapas:

1. Análisis. Esta etapa incluye analizar la matriz de competencias del PE y los AEs genéricos de CACEI para establecer los AEs del PE. Para realizar este análisis se conformó un Comité de Evaluación (CE) integrado por profesores de tiempo completo del PE. La salida de esta etapa son las propuestas de los AEs.

2. Validación. En esta etapa se validan los AEs propuestos por el CE y se comprueba que no se excluya ninguno de los AEs de CACEI.

3. Declaración. En esta etapa se dan a conocer los AEs, es de particular interés que todos los profesores del PE los conozcan para poder participar en la medición.

4. Medición. En esta etapa el CE con el apoyo de la academia del PE establecieron un proceso para medir el nivel del logro de los estudiantes. El proceso implica lo siguiente:

a. Mapeo y progresión. En primera instancia, se deberá realizar un mapeo y progresión, identificando aquellas materias que contribuyen a cada atributo de egreso en nivel introductorio, intermedio y avanzado.
b. Establecer criterios de desempeño. El siguiente paso consiste en definir los Criterios de Desempeño (CD) necesarios para evaluar cada AE. Un CD es una norma o estándar de evaluación que identifica o determina la calidad que debe mostrar el estudiante que ha logrado una competencia o en este caso, un dominio de un AE.
c. Establecer indicadores. Para cada CD se definen al menos dos indicadores. Un indicador es un medio, instrumento o mecanismos para evaluar hasta qué punto o en qué medida se está logrando un CD establecido.
d. Definir evidencias e instrumentos. Las evidencias permitirán identificar la medida de logro del indicador, junto con sus correspondientes instrumentos de evaluación. Las evidencias e instrumentos deben ser establecidos de manera colegiada para todos los grupos de una misma asignatura y en su elaboración deben participar los profesores titulares de la asignatura y el coordinador del atributo de egreso.
e. Aplicación de evidencias e instrumentos. Durante cada cuatrimestre, los estudiantes inscritos en la asignatura, deberán elaborar las evidencias y los docentes aplicar el instrumento de evaluación correspondiente. Una vez que se tengan los resultados de la aplicación de evidencias, cada docente de la asignatura, deberá llenar una cédula de evaluación de AE con el fin de reportar los resultados obtenidos por sus grupos, a su coordinador de academia

5. Evaluación. Una vez calculados todos los niveles de logro de los AEs, se presentan los resultados al CE para su posterior análisis y establecimiento de acciones de mejora. Para las acciones de mejora se plantean estrategias y se asignan responsables para ejecutarlas y darles seguimiento. Posteriormente terminado el plazo de las estrategias se deberían revisar los resultados y establecer un ciclo de mejora continua para la evaluación de los AEs.

RESULTADOS

La aplicación de la metodología se inició en el periodo 2022-2023, terminando el primer ciclo de mejora en el 2024. Los resultados obtenidos de aplicar la metodología se muestran en esta sección organizados por etapas.

1. Análisis. En la Figura 2 se muestra los AEs definidos para el PE de ITI. Son 6 atributos que incluyen los ejes de formación del PE.
2. Validación. Como resultado de esta etapa se analizó cada uno de los AEs y se realizó un modelo conceptual, en la Figura 3 se muestra el modelo conceptual del AE 4. En la Tabla 1, se muestra la contribución o alineación de cada AE con los atributos de CACEI del marco de referencia 2018. Por ejemplo, el AE4 del PE cubre el AE4 de CACEI y para que el estudiante realice la gestión de un proyecto, es necesario que desarrolle habilidades efectivas de comunicación, tanto oral como escrita, dado que deberá ser capaz de presentar y defender su idea o proyecto ante diferentes audiencias y además elaborar informes escritos, tales como: actas de constitución de proyectos,

manuales de usuario, informes y manuales técnicos, entre otros. Además de que deberá entablar un diálogo y comunicación efectiva con su equipo de trabajo.

3. Declaración. Se socializaron los AEs a través de medios de comunicación oficiales y reuniones de academia.

Figura 2. *Atributos de egreso definidos para el PE de ITI.*

Figura 3. *Modelo conceptual del AE 4.*

Tabla 1. *Alineación de los AEs del PE con los de CACEI.*

ATRIBUTOS IT	Atributos CACEI						
	AE1 Resolver problemas complejos	AE2 Diseño de ingeniería	AE3 Experim.	AE4 Contexto	AE5 Ética	AE6 Conocim. adicional	AE7 Trabajo en equipo
AE1. Aplicar conocimientos de matemáticas para ingeniería, fundamentos de programación e ingeniería de software para resolver problemas ingenieriles complejos de desarrollo de software en diversos contextos.	x						
AE2. Analizar, diseñar, implementar y evaluar soluciones innovadoras de software para resolver problemas en diversos contextos integrando diferentes tecnologías y plataformas que cumplen las necesidades específicas, siguiendo los estándares y metodologías aplicables en la industria.		x	x				
AE3. Analizar, diseñar, implementar y gestionar redes de computadoras de diversos alcances para dar soluciones a problemas de almacenamiento, transmisión de datos y seguridad de la información permitiendo el correcto monitoreo y soporte de la infraestructura, siguiendo los estándares aplicables en la industria.		x	x				
AE4. Gestionar proyectos innovadores de integración de tecnologías de la información para resolver problemas ingenieriles efectiva y colaborativamente en diversos contextos, comunicándose de manera efectiva, estableciendo metas y gestionando riesgos, considerando el impacto ético de sus decisiones a lo largo del proyecto en los ámbitos global, económico, ambiental y social.	x			x	x		x
AE5. Analizar, diseñar, implementar, evaluar y gestionar bases de datos locales y distribuidas tomando en cuenta los requerimientos específicos, siguiendo los estándares y metodologías aplicables en la industria para garantizar el acceso, integridad y seguridad de los datos.		x	x				
AE6. Reconocer la importancia de mantenerse actualizado, mostrando capacidad de aprendizaje independiente y adaptación de nuevas tecnologías ante el acelerado cambio tecnológico.						x	

4. Medición. Un ejemplo del mapeo de un atributo con las asignaturas del PE se muestra en la Figura 4. Se analiza el AE4, se anotan todas las asignaturas que aportan a la adquisición del atributo, se indica el nivel de aportación (I=incipiente, M=medio, A=avanzado) y se seleccionaron aquellas para evaluar los indicadores de cada criterio de desempeño establecido. Para el AE4 se determinaron cuatro CDs, cada uno con al menos dos indicadores. En la Figura 5, se muestra un ejemplo de la determinación de criterios de desempeño e indicadores.

Figura 4. *Mapeo del AE 4 con las asignaturas del PE.*

AE4. Gestión de proyectos

Los egresados de Ingeniería en Tecnologías de la Información

AE4. Gestionar proyectos innovadores de integración de tecnologías de la información para resolver problemas ingenieriles efectiva y colaborativamente en diversos contextos, comunicándose de manera efectiva, estableciendo metas y gestionando riesgos, considerando el impacto ético de sus decisiones a lo largo del proyecto en los ámbitos global, económico, ambiental y social.

Atributos CACEI

AE1. Identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.
AE4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.
AE5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.
AE7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.

Asignaturas que aportan al atributo

Nivel	Cuatr.	Asignatura	Indicador	CACEI
I	1	Expresión oral y escrita I		
I	1	Introducción a las tecnologías de la información		
I	1	Herramientas ofimáticas		
I	1	Inteligencia emocional y manejo de conflictos		
I	4	**Ingeniería de software**	CD2.I1	
I	5	Habilidades cognitivas y creatividad		
I	6	Estancia I		
M	6	Ética profesional		
M	6	Habilidades gerenciales		
M	6	Administración de base de datos		
M	7	Liderazgo de equipos de alto desempeño		
A	7	**Formulación de proyectos de tecnologías de información**	CD1.I1 CD1.I2	
M	7	**Ingeniería de requisitos**	CD1.I1	
M	7	**Estancia II**	CD3.I1	
A	8	**Administración de proyectos de tecnologías de información**	CD1.I1 CD3.I1 CD4.I1 CD4.I2	
A	8	**Gestión de desarrollo de software**	CD1.I3	
A	9	Desarrollo de negocios para tecnologías de información		
A	9	Inteligencia de negocios		
A	9	**Expresión oral y escrita II**	CD4.I3	
A	10	Estadía		

Figura 5. *Ejemplo de criterios de desempeño e indicadores.*

Criterios de desempeño Los egresados de ingeniería en Tecnologías de la información...			
CDs	Determinan la factibilidad del proyecto analizando los costos y beneficios inherentes a proyectos de TI, identificando los principales riesgos que afecten su viabilidad.		
	CDs.1c (I)	**Elabora un estudio de factibilidad, el cual incluya la factibilidad operativa, técnica, legal y un análisis costo-beneficio.** El lenguaje es claro, las oraciones y frases son cortas, párrafos breves y el documento presenta una buena ortografía y gramática.	**Asignatura:** Ingeniería de Requisitos **Evidencia:** Reporte escrito de factibilidad del proyecto **Instrumento:** Rúbrica para estudio de factibilidad
	CDs.1c (A)	**Elabora un análisis de factibilidad y riesgo para un proyecto de Tecnologías de la información en el que se considera el impacto ético.** Documenta el estudio en el cual incluye un análisis costo-beneficio y la identificación de los riesgos que afectan la viabilidad. Los riesgos encontrados están fundamentados. El lenguaje es claro, las oraciones y frases son cortas, párrafos breves y el documento presenta una buena ortografía y gramática.	**Asignatura:** Formulación de proyectos de TI **Evidencia:** Reporte escrito análisis de factibilidad y riesgo **Instrumento:** Lista de cotejo para análisis de factibilidad y riesgo
	CDs.1j (A)	**Establece políticas de aseguramiento de la calidad, basándose en el análisis de riesgos y viabilidad del proyecto.** Las políticas están fundamentadas. El lenguaje es claro, las oraciones y frases son cortas, párrafos breves y el documento presenta una buena ortografía y gramática.	**Asignatura:** Gestión de desarrollo de software **Evidencia:** Reporte escrito de aseguramiento de la calidad del software **Instrumento:** Lista de cotejo para práctica de aseguramiento de la calidad del software
	CDs.1k (M)	**Presenta una propuesta de proyecto ante una audiencia demostrando comunicarse efectivamente de manera oral.** El material de apoyo es adecuado, incluyendo suficientes apoyos visuales. La exposición es clara y se desarrolla adecuadamente el tema. Se muestra un buen desempeño como expositor, con una expresión oral clara, demostrando seguridad.	**Asignatura:** Formulación de proyectos de TI **Evidencia:** Presentación y defensa de propuesta de proyecto. **Instrumento:** Lista de cotejo para presentación y defensa de propuesta de proyecto.

Para cada indicador se diseñaron evidencias e instrumentos y se llenaron cédulas con las evaluaciones de las evidencias entregadas por los estudiantes. En la Figura 6, se muestra un ejemplo de llenado de cédula. En la cédula se indica el AE, el CD y el indicador a evaluar, se anotan las calificaciones en escala 1-10 y se convierte a una escala de 1-4. La meta en la primera evaluación era de un 70%, siendo el indicador el porcentaje de alumnos que obtuvieron una calificación mayor o igual a 2. Los resultados de los indicadores se concentraron por criterio y por atributo, además, los resultados finales tomaron en consideración sólo el nivel de contribución avanzado.

5. Evaluación. En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en el periodo 2022-2023. Como puede observarse en la tabla se muestra el nivel de logro de cada AE (columna dos), dicha evaluación corresponde al nivel avanzado. De las columnas 3 a 7 se presenta la evaluación por CD. Recordando que cada CD tiene varios indicadores y podrían tener un nivel diferente de aportación.

Figura 6. *Ejemplo de una cédula de evaluación de AEs por indicador.*

Tabla 2. *Resultados de la medición de los AEs.*

Atributos de egreso del PE de ITI	Nivel de logro 2022-2023	Nivel de logro por criterio de desempeño					Progresión		
		CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	Introductorio	Medio	Avanzado
AE1. Resolución de problemas ingenieriles	100.00	83.72	85.70	100.00			83.72	85.70	100.00
AE2. Desarrollo de software	97.44	100.00	97.50	98.57	92.85		83.76	89.30	97.23
AE3. Gestión de redes de computadora	86.67	73.10	73.57	100.00	100.00		83.45	95.00	86.67
AE4. Gestión de proyectos	98.82	98.45	100.00	100.00	96.83		97.60	90.60	98.82
AE5. Gestión de bases de datos	98.41	70.00	80.95	97.62	100.00	97.60	78.75	80.48	98.41
AE6. Actualización continua	98.33	88.89	100.00	96.67			88.89	90.62	98.33

En el AE1, se puede observar que en niveles iniciales se puede mejorar, pero alcanza un 100% en niveles avanzados. En el AE2, el progreso es evidente a lo largo del programa. En el AE3 existen áreas críticas (CD1 y CD2) que requieren mejoras significativas. El desempeño avanzado es aceptable, pero el programa debería enfocarse en fortalecer las bases. En el AE4, los estudiantes demuestran una alta competencia en la gestión de proyectos, con un desempeño sólido en todas las áreas. En el AE5, aunque el desempeño en niveles avanzados es alto, los niveles iniciales y medios requieren mejoras, especialmente en CD1 y CD2, la progresión muestra una fuerte mejora hacia el final del programa. En el AE6, los estudiantes muestran una competencia excelente en la actualización continua, con un progreso notable a lo largo del programa.

CONCLUSIONES

En este artículo se presentó el proceso para la definición y evaluación de AEs. Se definieron seis atributos, que son específicos para el PE de ITI, pero al mismo tiempo incluyen en

algunos de sus criterios e indicadores todos los atributos, que de acuerdo a CACEI todo ingeniero debería adquirir. También fue posible realizar un mapeo de cada AE con las asignaturas del PE, estableciendo además el nivel de aportación. Una asignatura puede aportar a varios AEs.

Para cada AE se establecieron criterios de desempeño y estos a su vez tenían indicadores, se diseñaron evidencias e instrumentos que fueron aplicados a todos los grupos que cursaban la misma asignatura. El ciclo que se reporta corresponde a la primera vez en que se siguió el proceso y aunque se alcanzó la meta (el 70% de los estudiantes obtuvieron una calificación aprobatoria), esta meta era que los estudiantes adquieran la competencia en nivel básico umbral. Se detectaron áreas de oportunidad, se realizaron análisis de los resultados a nivel indicador encontrando algunos que no alcanzaron la meta, también se encontró que en algunos casos el indicador en general se alcanzaba, pero no lo alcanzaban todos los grupos de forma individual. Todos los hallazgos se registraron y se estableció un proceso de mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

ABET. (2020). *Criteria for accrediting engineering programs: 2020–2021*. https://www.abet.org/wp-content/uploads/2020/09/EAC-Criteria-2020-2021.pdf

CACEI. (2018). *Marco de referencia 2018 para la acreditación de programas de ingeniería: Criterios e indicadores*. https://cacei.org.mx/nv/nvdocs/marco_ing_2018.pdf

CACEI (2018). Marco de Referencia 2018 para la acreditación de programas de ingeniería. Criterios e indicadores. P-CACEI-DAC-03-DI03, Versión 3. https://cacei.org.mx/nv/nvdocs/marco_ing_2018.pdf.

Carballo, B., & Arellano-González, A. (2019). Desarrollo tecnológico de evaluación de atributos de egreso: Caso Ingeniería Industrial y de Sistemas. https://www.researchgate.net/publication/344168701_Desarrollo_tecnologico_de_evaluacion_de_atributos_de_egreso_Caso_Ingenieria_Industrial_y_de_Sistemas

Espericueta González, D. E., Castillo Ramírez, A., Colunga Cruz, J. C., & Lara Salazar, P. M. (2019). Propuesta para la evaluación de atributos del egresado utilizando nuevas estrategias de enseñanza–aprendizaje. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 6*(11). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/574 (PDF: https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/574/1253

Espericueta González, D. E., Hernández Rodríguez, A., Castillo Ramírez, A., & Colunga Cruz, J. C. (2020). Propuesta de valoración de los atributos del egresado desde la perspectiva del empleador. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 7*(12). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/664 (PDF: https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/664/1305

Nieto Yáñez, A. D., López Díaz, R. E., Hernández Báez, I. Y., & Ruíz Jaimes, M. A. (2022). Evaluación de la adquisición de atributos de egreso en modalidad virtual o híbrida. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 14*.

https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/842 (PDF: https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/842/1474

International Engineering Alliance. (2013). *Graduate attributes and professional competencies*. https://www.ieagreements.org/assets/Uploads/Documents/Policy/Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies.pdf

UN MÉTODO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE BASADO EN ESTUDIOS DE CASO: TALLER DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

A TEACHING-LEARNING METHOD BASED ON CASE STUDIES: STRATEGIC PLANNING WORKSHOP

Y. N. Reyes Morales[1]
N. Ávila Esquivel[2]
J. Suárez Rocha[3]

RESUMEN

Ante los desafíos complejos de un mundo en constante evolución, las universidades comprometidas con la innovación educativa y la mejora en la formación de ingenieros están adoptando cada vez más nuevos métodos de enseñanza que favorecen un aprendizaje significativo. Como parte de esta mejora, se implementó el Método de Aprendizaje Basado en Casos con Integración con la Industria en estudiantes de ingeniería industrial del séptimo semestre de una Institución de Educación Superior. El presente trabajo presenta la experiencia de implementar un Taller de Planeación Estratégica para pequeñas y medianas empresas (pymes). Se describen los antecedentes que motivaron la iniciativa, la metodología empleada, los resultados obtenidos a partir de las percepciones de los estudiantes, recopiladas por medio de un cuestionario diagnóstico que evaluó el impacto del método de aprendizaje, así como las conclusiones derivadas.

ABSTRACT

Facing the complex challenges of an ever-evolving world, universities, committed to educational innovation and improving the training of engineers, are increasingly adopting new teaching methods that support meaningful learning. The Case-Based Learning Method with Industry Integration was implemented for seventh-semester industrial engineering students at a Higher Education Institution. This paper presents the experience of implementing a Strategic Planning Workshop for real small and medium-sized enterprises (SMEs). It describes the background that motivated the initiative, the methodology used, the results obtained from student perceptions gathered through a diagnostic questionnaire that assessed the impact of the learning method, and the conclusions.

ANTECEDENTES

En el contexto educativo actual del ingeniero, es fundamental buscar estrategias que promuevan el aprendizaje significativo y la aplicación práctica de los conocimientos teóricos (Ledezma-Ramírez, 2024). En este esfuerzo, muchas universidades han implementado estrategias de aprendizaje basadas en métodos de aprendizaje activos y experienciales que se centran en la experiencia y la construcción activa del conocimiento, así como en conectar la teoría vista en clase con la práctica real (Balderas Sánchez et al., 2019; Binu et al., 2024; Ledezma-Ramírez, 2024).

Los métodos de aprendizaje activo se proponen fomentar la participación interactiva del estudiantado en el proceso de aprendizaje, promoviendo la reflexión, la aplicación práctica y el desarrollo de otras habilidades (Ledezma-Ramírez, 2024; Mandujano Ponce de León y Chong Quero, 2014). Entre los métodos de enseñanza activa más implementados por las universidades, destacan los siguientes:

[1] Docente de Ingeniería de la Facultad de Estudios Superiores Aragón. yamiletmoralesp8@aragon.unam.mx
[2] Docente de Ingeniería de la Facultad de Estudios Superiores Aragón. industrial@aragon.unam.mx
[3] Docente del Posgrado de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería. surjave@unam.mx

- **Aprendizaje Basado en Problemas (ABPr):** Estudiantes trabajan en grupos para abordar problemas generalmente integradores, que articulan contenidos de varias asignaturas, bajo la supervisión de un instructor. Este método fomenta la búsqueda activa del conocimiento para comprender y resolver el problema (Ledezma-Ramírez, 2024).
- **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP):** En este enfoque, los estudiantes desarrollan un producto concreto dentro de un marco de recursos y tiempos específicos. Las actividades formativas giran en torno a este producto y requieren reflexión continua, discusión de ideas, toma de decisiones y evaluación de la práctica. Este método incrementa la retención del conocimiento y desarrolla habilidades de resolución de problemas (Khairuddin et al., 2023; Monsreal Barrera y Escalante Euán, 2017; Perez Teixeira et al., 2020).
- **Método de casos o Aprendizaje Basado en Casos (ABC):** Este método presenta situaciones concretas para que los estudiantes las analicen, definan problemas, tomen decisiones y contrasten sus ideas. El uso de casos prácticos reales motiva el aprendizaje activo y despierta el interés, lo que permite a los estudiantes reflexionar y construir su aprendizaje de manera activa (Balderas Sánchez et al., 2019; Ledezma-Ramírez, 2024; Monsreal Barrera y Escalante Euán, 2017; Sáez Blázquez et al., 2022; Wright et al., 2024).
- **Aprendizaje Experiencial:** Se basa en la idea de que el conocimiento se construye a partir de la transformación de la experiencia. Este enfoque permite a los estudiantes aprender mediante el contacto directo con la realidad. Además, valora la experiencia previa como un medio para el aprendizaje permanente (Binu et al., 2024; Ledezma-Ramírez, 2024; Mandujano Ponce de León y Chong Quero, 2014).
- **Integración con la Industria:** Este enfoque promueve la participación en proyectos alineados con las necesidades de la industria y la sociedad, al proporcionar datos reales para estudios de caso y enriquecer el aprendizaje. Las prácticas profesionales y estancias de investigación en empresas permiten a los estudiantes aplicar conocimientos en situaciones reales (Balderas Sánchez et al., 2019; Ledezma-Ramírez, 2024).

Ventajas de los métodos de enseñanza activa

Aunque las ventajas de implementar estos enfoques varían según el método, en general, se pueden describir las siguientes:

- **Motivación y compromiso estudiantil:** Al hacer que los conceptos teóricos sean más relevantes y comprensibles, aumentan el interés y motivación del estudiante, quien se involucra más en su propio aprendizaje (Binu et al., 2024; Carazo Luna et al., 2020; Ledezma-Ramírez, 2024).
- **Aplicación práctica de la teoría:** Los estudiantes pueden evaluar y analizar diversas situaciones, lo que les ayuda a validar el alcance de la teoría en contextos no idealizados y permite visualizar la utilidad de lo que aprenden (Balderas Sánchez et al., 2019; Binu et al., 2024; Ledezma-Ramírez, 2024; (Monsreal Barrera y Escalante Euán, 2017; Sáez Blázquez et al., 2022)
- **Desarrollo de habilidades:** Fomentan el pensamiento crítico y la solución de problemas (Binu et al., 2024; Ledezma-Ramírez, 2024). También fomenta el trabajo en equipo, la comunicación y la toma de decisiones; además, desarrolla habilidades de autoaprendizaje

y organización (Mandujano Ponce de León y Chong Quero, 2014; Sáez Blázquez et al., 2022).

- **Preparación para el ejercicio profesional:** Al enfrentarse a casos reales, los estudiantes adquieren una mejor preparación para los desafíos de su futuro campo laboral (Balderas Sánchez et al., 2019; Binu et al., 2024; Ledezma-Ramírez, 2024).
- **Integración de conocimientos:** Facilitan la interconexión de conceptos de diferentes áreas en la solución de problemas, lo cual favorece una comprensión holística y más profunda de la ingeniería (Ledezma-Ramírez, 2024; Carazo Luna et al., 2020).

Retos de los métodos de enseñanza activa

Además de las ventajas descritas, la implementación de estos métodos también presenta desafíos que pueden afectar su aplicación en el aula. Entre los principales se encuentran:

- **Necesidad de recursos:** El desarrollo y actualización de Casos, Problemas o Proyectos (CPP) requiere tiempo y esfuerzo para documentarlos y presentar la información de manera atractiva para los estudiantes (Ledezma-Ramírez, 2024; Wright et al., 2024).
- **Formación docente:** Los profesores deben estar preparados para facilitar el aprendizaje y guiar a los estudiantes a lo largo del proceso, lo cual puede requerir un desarrollo profesional continuo (Ledezma-Ramírez, 2024).
- **Actualización continua:** Para mantener la relevancia y efectividad de los CPP, es fundamental actualizarlos constantemente con datos recientes y contextos actuales que permitan asegurar la formación para los desafíos modernos en su campo profesional (Ledezma-Ramírez, 2024; Wright et al., 2024).
- **Limitaciones en la exposición teórica:** La dependencia de CPP específicos puede reducir la exposición de los estudiantes a una variedad más amplia de problemas teóricos y abstractos, que son fundamentales en la formación de ingenieros (Ledezma-Ramírez, 2024).
- **Complejidad de la implementación:** La aplicación efectiva de los métodos de aprendizaje activo puede ser un proceso complejo que requiere una facilitación experta para evitar desventajas, como la dependencia excesiva en la dinámica grupal (Binu et al., 2024; Ledezma-Ramírez, 2024; Monsreal Barrera y Escalante Euán, 2017).
- **Posibles desviaciones de la práctica respecto de la teoría:** Aunque los CPP muestran la aplicación de la teoría en situaciones prácticas, también pueden exponer las desviaciones de los modelos ideales; por ello, requiere un análisis más profundo por parte del estudiante (Binu et al., 2024; Carazo Luna et al., 2020; Ledezma-Ramírez, 2024; Monsreal Barrera y Escalante Euán, 2017; Wright et al., 2024).

Contexto de la implementación de un método de aprendizaje experiencial

La planeación estratégica es una competencia esencial en el ámbito empresarial. No obstante, su enseñanza tradicional se ha centrado en la teoría, lo que puede limitar la comprensión y aplicación de los estudiantes. En el plan de estudios de Ingeniería Industrial de la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES-Aragón), la asignatura de Planeación Estratégica se imparte en el séptimo semestre, es decir, en la etapa final de la carrera. Por ello, es fundamental que los estudiantes se enfrenten a contextos reales para facilitar su futura incorporación al ámbito profesional.

Anteriormente, en esta asignatura se utilizó el método de casos, basado en organizaciones reales que recientemente habían realizado ejercicios de planeación estratégica. Al finalizar el semestre, se invitó a dos dueños-directores de las organizaciones, cuyos casos se aplicaron en el aula para comparar el plan estratégico desarrollado por los estudiantes, con los elaborados por los miembros de sus organizaciones.

Durante la sesión de retroalimentación, los directores expusieron las situaciones que surgieron durante la formulación de su plan estratégico; destacaron la complejidad de establecer acuerdos y responsabilidades con el personal, así como las limitaciones presupuestarias y tecnológicas que enfrentaron. Estas circunstancias llevaron al establecimiento de estrategias distintas de las propuestas por los estudiantes en su plan estratégico.

Tras esta experiencia, los estudiantes concluyeron que, aunque el método de casos les ayudó a comprender y aplicar los conceptos teóricos, de manera inconsciente, habían idealizado las condiciones organizacionales para facilitar la selección de estrategias. Como resultado, concluyeron que sería más enriquecedor desarrollar un plan estratégico real para una empresa u organización, enfrentándose a las dificultades propias del proceso.

Con base en esta reflexión, se planteó la posibilidad de implementar, para un semestre posterior, un método de casos reales con integración con la industria para la asignatura de Planeación Estratégica y analizar su efectividad como herramienta didáctica.

METODOLOGÍA

El programa de estudios de la asignatura de Planeación Estratégica tiene como objetivo general que el estudiantado sea capaz de determinar las acciones necesarias que las organizaciones (de manera individual o grupal) deben realizar para ser claras, coherentes, medibles y alcanzables, y para compartir su relación con la visión, la misión y los valores de la propia organización, con el fin de aumentar su productividad y competitividad.

Para alcanzar este objetivo, el programa de la asignatura contempla 64 horas, organizadas en clases de dos horas, en las cuales se revisan los contenidos distribuidos en cuatro temas: el primero, versa sobre las generalidades de la planeación, mientras que los siguientes tres se enfocan en los componentes teóricos indispensables para desarrollar un ejercicio de planeación estratégica en una organización.

La implementación eficaz del método de casos requiere que los estudiantes posean una base teórica sólida para realizar un análisis crítico, identificar las variables relevantes y proponer soluciones (Ledezma-Ramírez, 2024). Por ello, de las 32 clases de dos horas, 22 se dedicaron a la revisión de los conceptos teóricos (Fase Teórica) y 10 a la aplicación de un método de caso con integración con la industria (Fase Práctica), llamado *Taller de Planeación Estratégica*.

Fase Teórica

Durante las primeras 22 clases del semestre, se abordaron los fundamentos teóricos de la planeación estratégica; se utilizó el método de casos para facilitar el entendimiento de los conceptos.

Las clases se dividieron en dos momentos de 50 minutos: en el primero, los estudiantes estudiaron conceptos clave, como la misión, la visión, el análisis interno y externo, la formulación de estrategias, etcétera; en el segundo, en equipo, los estudiantes aplicaron los conceptos teóricos en la elaboración del plan estratégico de una organización ficticia, utilizando el método de caso.

Además de la asimilación de conceptos, el objetivo de esta fase fue que los estudiantes se familiarizaran con el proceso de planeación estratégica y la estructura del documento de plan estratégico como preparación para el Taller de Planeación Estratégica.

Fase Práctica o Taller de Planeación Estratégica

En la realización del Taller de Planeación Estratégica, participaron 19 estudiantes: 18 de ingeniería industrial y una de ingeniería en computación. Todos pertenecían al mismo grupo y a tres pequeñas y medianas empresas (pymes). Las etapas de la Fase Práctica se describen a continuación:

Etapa 1: ***Planeación y convocatoria***

Las gestiones para invitar a empresas a participar en el Taller de Planeación Estratégica comenzaron junto con el semestre.

- Se definieron fechas, y estructura del taller, y se establecieron tres sesiones presenciales semanales de dos horas en las instalaciones de la FES-Aragón, más trabajo asíncrono durante cuatro semanas. Comenzaron en la semana de la primera sesión del Taller y concluyeron en la entrega del Plan Estratégico y el tablero de control por parte de los estudiantes.
- Se estableció contacto con un centro empresarial para definir la población objetivo y coordinar la logística del taller.
- Se lanzó una convocatoria dirigida a dueños y representantes de pymes interesados en fortalecer la planeación de sus empresas. Se realizó una presentación y se les invitó a registrarse mediante un formulario de Google Forms. La convocatoria, así como las actividades de registro, el seguimiento y la coordinación de las pymes participantes fueron realizadas por uno de los estudiantes del grupo, quien asistió al centro empresarial a realizar la convocatoria a las empresas, como se observa en la Figura 1.
- Se impartió a los estudiantes una clase de capacitación sobre las actividades que debían realizar durante el taller, puesto que ellos deben conducir todas las actividades durante las sesiones y trabajo asíncrono. Se les proporcionó material de apoyo y lineamientos que debían usar durante el taller. También se definieron los equipos para cada empresa.

Figura 1. *Un estudiante de la clase extiende una invitación a empresari□s, para que se registren y participen.*

Etapa 2: ***Desarrollo del taller***

- **Primer sesión (Presencial): Análisis de la misión, visión y valores**
  - Se dio la bienvenida a los dueños de las pymes asistentes y se les solicitó que presentaran a los estudiantes una breve introducción de su empresa, como se observa en la Figura 2.
  - Se realizó una dinámica de apertura para sensibilizar a los empresarios sobre la importancia de la Planeación Estratégica en su organización.
  - Cada dueño realizó una revisión de su misión, visión y valores y filosofía organizacionales.
  - En el trabajo asíncrono, se pidió a los dueños trabajar con los estudiantes y empleados para realizar el análisis interno y externo de la empresa.

Figura 2. *En ambas imágenes, empresari□s presentan la intr□ducción de su empresa.*

- **Segunda sesión (virtual): Análisis del entorno y definición de objetivos estratégicos**

Debido a la distancia entre las pymes y la FES-Aragón, y a la complejidad de movilizar a sus empleados, empresarios y estudiantes acordaron realizar las siguientes sesiones de manera remota, por lo que las sesiones se realizaron virtualmente.

  - Las pymes realizaron el análisis interno y del entorno de la organización.
  - Los miembros de la organización identificaron sus principales Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
  - Con base en el análisis, las empresas establecieron sus objetivos a corto, mediano y largo plazo.

- **Tercera sesión. (Virtual): Diseño de estrategias y definición de indicadores**
  - Se trabajó en la formulación de estrategias alineadas a los objetivos planteados.
  - Se explicó la importancia de los indicadores de desempeño y su aplicación en el seguimiento del plan estratégico.
  - Cada empresa definió sus KPI y un sistema de seguimiento como base para generar el tablero de control.

Etapa 3: ***Entrega de Planes Estratégicos y cierre***

- Los estudiantes consolidaron la información generada durante las tres sesiones del Taller de Planeación Estratégica, con el fin de elaborar el documento de Plan Estratégico para cada empresa, como se ilustra en la Figura 3.
- Se entregaron los planes estratégicos a las empresas, su tablero de control y las indicaciones para dar seguimiento al avance de estrategias y tareas establecidas, así como para evaluar dicho avance según los indicadores definidos.

Figura 3. *Ejemplos de portada de Plan Estratégico y del Tablero de control.*

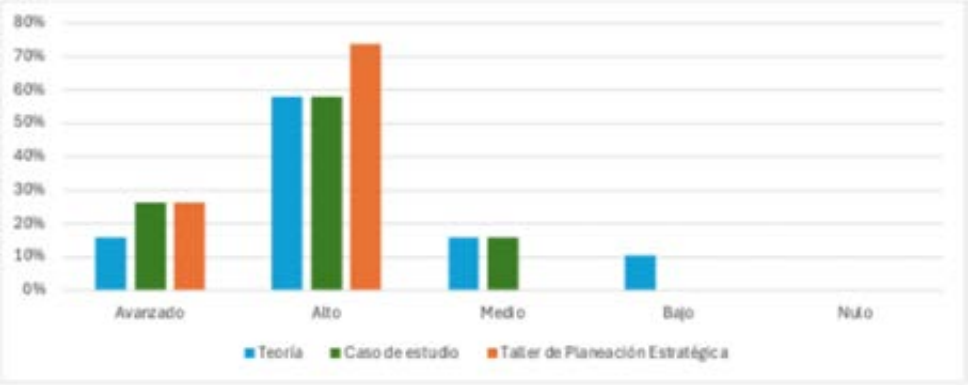
RESULTADOS

Los resultados de la implementación del Taller de Planeación Estratégica fueron evaluados por medio de encuestas y un taller de lecciones aprendidas con los estudiantes.

En la encuesta, se preguntó a los estudiantes sobre su nivel de conocimiento en los temas de la asignatura de Planeación Estratégica, después de estudiar la teoría, la aplicación en una empresa ficticia y la participación en el Taller de Planeación Estratégica. En las respuestas, se observa que, después del estudio de la teoría, las respuestas se distribuyen entre un nivel bajo hasta uno avanzado; al final del Taller de Planeación Estratégica, los datos se disgregan entre alto y avanzado, como se puede observar en la Figura 4.

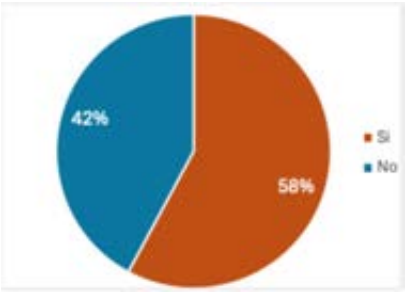
Uno de los aspectos que consideraron más efectivo para asimilar la teoría fue aplicar cada concepto como una herramienta, que correspondía a un elemento de la planeación estratégica con la guía de la profesora, ya que 63% de los estudiantes aludieron a ello.

Figura 4. *Autoevaluación de los estudiantes sobre su nivel de conocimientos respecto a la Planeación Estratégica, una vez aplicadas las tres estrategias didácticas.*



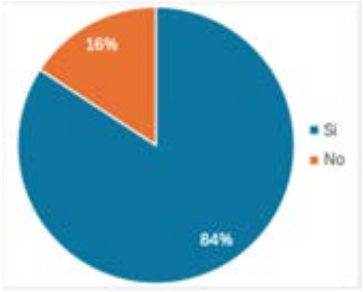
A la pregunta ¿Consideras adecuado el tiempo dedicado a cada una de las estrategias didácticas?, 58% respondió que sí. Los estudiantes que respondieron de manera negativa consideraron que el tiempo asignado para realizar el Taller de Planeación Estratégica fue muy corto, como se puede ver en la Figura 5.

Figura 5. *¿El tiempo asignado para cada estrategia didáctica fue adecuado?.*



A la pregunta, ¿Consideras que el Taller de Planeación Estratégica te preparó para afrontar los retos relacionados en un entorno laboral?, 84% respondió que sí, como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6. *¿El Taller de Planeación Estratégica te preparó para afrontar retos de un entorno laboral?.*



Finalmente, se preguntó a los estudiantes sobre las habilidades que desarrollaron al realizar el Taller de Planeación Estratégica; las más mencionadas fueron "trabajo en equipo" y "análisis y resolución de problemas", como se puede ver en la Figura 7.

Figura 7. *¿Qué habilidades desarrollaste al realizar el Taller de Planeación Estratégica?.*

CONCLUSIONES

La implementación del Taller de Planeación Estratégica en pymes, como un método de enseñanza activa, tuvo un impacto significativo en la formación de estudiantes, como se observa en las Figuras 4, 6 y 7; por un lado, les permitió experimentar directamente los desafíos y complejidades del proceso de planeación en una empresa real y, por otro, les proporcionó la oportunidad de aplicar los conceptos teóricos en un contexto práctico.

Los estudiantes consideraron que el Taller de Planeación Estratégica no sólo los preparó para afrontar los retos en el entorno laboral, sino que también les permitió validar la implementación de un método de casos con la participación de la empresa. Además, desarrollaron habilidades clave, como trabajo en equipo, análisis de problemas, comunicación, y pensamiento crítico, lo cual los preparó para afrontar los retos del entorno laboral.

Las respuestas del cuestionario indicaron que el nivel de conocimientos sobre los conceptos de Planeación Estratégica mejoró con la combinación de la teoría y práctica, lo cual, en consecuencia, facilitó el aprendizaje de los estudiantes (Figura 4). Sin embargo, para futuras aplicaciones, es necesario considerar la posibilidad de extender la duración del taller o añadir sesiones de seguimiento que permitan implementar alguna de las estrategias desarrolladas, así como una evaluación más exhaustiva de los resultados alcanzados.

En conclusión, la experiencia demostró que la integración de métodos de aprendizaje activos en colaboración con empresas fortalece el aprendizaje de los estudiantes. Sin embargo, se identificaron desafíos en la implementación: la coordinación de horarios entre los estudiantes y los empresarios, y la adaptación de sesiones a formatos virtuales. Es fundamental considerar estos aspectos para futuras implementaciones y buscar estrategias que maximicen la participación y el aprovechamiento de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

Balderas Sánchez, A. V., Barrios Mendoza, S. E., Cruz Navarro, C., & Berlanga Reséndiz, K. (2019). Vinculación escuela–empresa como estrategia de enseñanza para el estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 10* (Ponencias). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/488 (PDF): https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/488/1135

Binu, K. G., Kumar, Y., D'Silva, R., Kaliveer, V., Shetty, A., Toney, G., Bhat, S., Roopesh, & Singh, A. B. (2024). Integrating real-world applications into the machine design course through an open-ended assignment: *A case study. J□urnal □f Engineering Educati□n Transf□rmati□ns, 37*(Special Issue), 879–886. https://journaleet.in/index.php/jeet/article/view/2518 https://journaleet.in/index.php/jeet/article/download/2518/2338

Carazo Luna, J. A., Velarde Galván, A., Manzano Herrera, M., & Pérez Cruz, E. (2020). Project-based learning using life cycle assessment methodology in a case study. *J□urnal □f Educati□n and Practice, 11*(33), 10–16. https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/download/54774/56594

Techanamurthy, U., Khairuddin, M., & Zakaria, A. F. (2023). Experiential learning in engineering education: A book review. *Asean J□urnal □f Engineering Educati□n, 7*(2), 37–41. https://doi.org/10.11113/ajee2023.7n2.136

Ledezma-Ramírez, D. F. (2024). Aprendizaje basado en casos prácticos integradores en la enseñanza de la ingeniería: Un caso de estudio sobre dinámica estructural. *Revista Electrónica Educare, 28*(2), 268–284. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-42582024000200268&script=sci_arttext (PDF: https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/EDUCARE/article/download/18442/31537/94799

Mandujano Ponce de León, R. M., & Chong Quero, J. E. (2014). Actividades para el aprendizaje experiencial y situado: Estrategias para la formación integral de estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 1*(2), 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/16 (PDF: https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/viewFile/16/24

Monsreal Barrera, I. C., & Escalante Euán, J. (2017). Aportación de estudiantes de ingeniería al desarrollo de cinco mipymes mediante la planeación estratégica. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 3*(6), 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/issue/view/11 (PDF directo: https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/340/981

Perez Teixeira, R. L., Duarte Silva, P. C., Shitsuka, R., de Araújo Brito, M. L., Kaizer, B. M., & da Costa e Silva, P. (2020). Project-based learning with industry as a learning strategy for improvement engineering education. En *2020 IEEE Gl□bal Engineering*

Educati□n C□nference (EDUCON) (pp. 1–2). IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/document/9125195

Sáez Blázquez, C., Martín Nieto, I., Maté-González, M. Á., Nuño Villanueva, N., & Farfán Martín, A. (2022). Understanding engineering real projects as an innovative learning activity: A case study in the bachelor's degree in electrical engineering. En F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Techn□l□gical ec□systems f□r enhancing multiculturality (TEEM 2022)* (pp. 126–134). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1_12

Wright, C., Meng, Q., Breshock, M. R., Atta, L., Taub, M. A., Jager, L. R., Muschelli, J., & Hicks, S. C. (2024). Open case studies: Statistics and data science education through real-world applications. *J□urnal □f Statistics and Data Science Educati□n, 32*(4), 331–344. https://doi.org/10.1080/26939169.2024.2394541 (OA: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12002412

DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INGENIERÍA MEDIANTE SERVICIO SOCIAL EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA APLICADA

DEVELOPMENT OF ENGINEERING COMPETENCIES THROUGH SOCIAL SERVICE IN RESEARCH AND APPLIED TECHNOLOGY PROJECTS

H. Aguilar Sierra[1]

RESUMEN

El servicio social es una oportunidad clave para que los estudiantes de ingeniería desarrollen competencias técnicas y científicas a través de la investigación aplicada. En este trabajo se presenta la experiencia de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Biomédica y Químico Farmacéutico Biólogo, quienes abordaron la optimización del muestreo automatizado en laboratorios de investigación. El problema identificado en el Laboratorio de Investigación y Servicio en Toxicología del CINVESTAV incluyó imprecisiones en el posicionamiento del muestreador y riesgos de contaminación cruzada. A partir de un enfoque metodológico basado en el modelo 5E, se diseñó e implementó una solución tecnológica que integró controladores PID adaptativos, sensores de alta precisión. Los resultados mostraron una mejora significativa en la precisión del muestreo. Además, las estudiantes fortalecieron sus habilidades en investigación, resolución de problemas y comunicación científica, culminando con la publicación de un artículo en una revista de divulgación científica. Este trabajo destaca el valor del servicio social como un espacio de formación integral, donde los estudiantes aplican conocimientos teóricos a problemas reales, impulsando su desarrollo profesional y su contribución a la innovación tecnológica.

ABSTRACT

Social service provides a key opportunity for engineering students to develop technical and scientific skills through applied research. This work presents the experience of Mechatronics Engineering, Biomedical Engineering, and Pharmaceutical and Biological Chemistry students who focused on optimizing automated sampling in research laboratories. The Research and Toxicology Service Laboratory at CINVESTAV faced issues with sampler positioning inaccuracies and cross-contamination risks. Using a methodological approach based on the 5E model, the team designed and implemented a technological solution that integrated adaptive PID controllers and high-precision sensors. The results demonstrated a significant improvement in sampling accuracy. Additionally, the students enhanced their skills in research, problem-solving, and scientific communication, culminating in the publication of an article in a scientific dissemination journal. This work highlights the value of social service as a comprehensive training space, where students apply theoretical knowledge to real-world problems, fostering their professional development and contribution to technological innovation.

ANTECEDENTES

En los últimos años, diversas instituciones de educación superior han promovido la vinculación entre servicio social y proyectos de investigación, permitiendo a los estudiantes participar en iniciativas que van desde el diseño y optimización de dispositivos hasta el análisis de datos en entornos de laboratorio. Esta sinergia no solo fomenta el aprendizaje basado en la experiencia, sino que también refuerza el compromiso social y la responsabilidad profesional de los futuros ingenieros y científicos. Eroğlu y Bektaş (2022) y Drakatos y Drigas (2024) destacan que la educación basada en STEAM y el uso de

[1]Investigador, Universidad La Salle México. hipolito.aguilar@lasalle.mx

tecnologías como la robótica favorecen el desarrollo de funciones cognitivas avanzadas y competencias críticas en los estudiantes, lo que refuerza la importancia de vincular el servicio social con la investigación aplicada.

El presente trabajo se inscribe en este marco, documentando la experiencia de desarrollo de proyectos de investigación dentro del servicio social y su impacto en la formación de estudiantes en ingeniería y ciencias aplicadas. En particular, se presentan los resultados de una iniciativa que culminó con la publicación de un artículo en la revista *Impulsa* de La Salle Cuernavaca, destacando el papel del servicio social como catalizador de innovación y producción científica. El proyecto abordó el desafío de optimizar sistemas automatizados en laboratorios de investigación, con énfasis en la mejora de la precisión y control en equipos de muestreo. Esta línea de investigación surge de la necesidad de incrementar la confiabilidad de los procesos analíticos, donde la repetibilidad y exactitud son factores determinantes. Medina et al. (2023) señalan que la automatización en la preparación de muestras es clave para mejorar la reproducibilidad de los análisis y reducir la intervención manual, lo que sustenta la importancia de innovar en esta área.

La automatización en laboratorios ha demostrado ser un pilar fundamental para mejorar la eficiencia operativa y reducir errores humanos. Sin embargo, los sistemas comerciales de muestreo aún enfrentan limitaciones técnicas que afectan su desempeño. Omair et al. (2023) destacan que las tecnologías de automatización han transformado los procedimientos en laboratorios científicos, permitiendo una mayor precisión y estandarización en la manipulación de muestras. En este sentido, el trabajo desarrollado en este proyecto buscó superar estas barreras mediante la implementación de nuevos enfoques en el control de precisión, integrando tecnologías de medición avanzadas con algoritmos de optimización.

A lo largo del desarrollo del servicio social, los participantes no solo adquirieron conocimientos técnicos especializados, sino que también enfrentaron desafíos asociados a la gestión de proyectos, la colaboración interdisciplinaria y la difusión de resultados en foros académicos. Estrada y Martínez (2020) resaltan la importancia de la robótica educativa en el desarrollo de habilidades de innovación y aplicación tecnológica con impacto social, lo que evidencia cómo iniciativas como esta fortalecen la formación de los estudiantes en el ámbito profesional y científico.

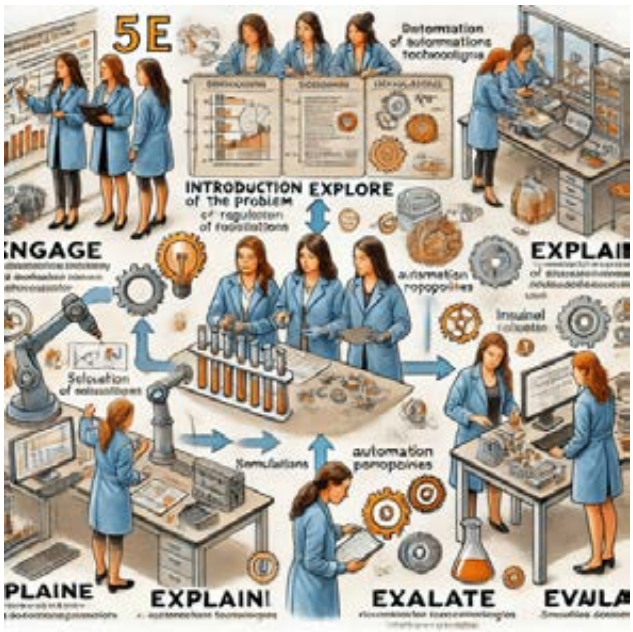
La culminación del proyecto con la publicación de un artículo científico de divulgación es una muestra del potencial del servicio social en investigación como una vía para la producción de conocimiento, brindando a los estudiantes una formación integral que trasciende el aula y se traduce en contribuciones tangibles al avance de la ciencia y la tecnología. Este documento expone la experiencia adquirida, los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas en la implementación de este modelo de servicio social orientado a la investigación, con el objetivo de incentivar su replicabilidad en otras instituciones y fomentar la vinculación efectiva entre la academia y la sociedad.

METODOLOGÍA

La presente investigación adoptó un enfoque metodológico basado en el modelo pedagógico 5E, el cual favorece el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias en investigación aplicada. Dicho modelo consta de cinco etapas: Participar, Explorar, Explicar, Elaborar y

Evaluar; como se muestra en la Figura 1, permitiendo a las estudiantes de servicio social integrar conocimientos técnicos, metodológicos y de gestión de proyectos a lo largo del proceso investigativo.

Figura 1. *Metodología 5E implementada para el servicio social.*



En la fase de Participar (Engage), se estableció un marco conceptual que facilitó la comprensión del problema de investigación. Se realizaron sesiones introductorias en las que se analizaron la relevancia de la automatización en laboratorios de investigación y el impacto de los contaminantes inorgánicos en la salud pública. Este análisis se sustentó en estudios previos que destacan la importancia del desarrollo tecnológico en entornos de laboratorio para mejorar la precisión y confiabilidad de los procesos analíticos.

Como parte de esta etapa, las estudiantes participaron en una visita al Laboratorio de Investigación y Servicio en Toxicología (LISTO) en el CINVESTAV, como se observa en la Figura 2. Durante la visita, se identificaron los principales desafíos técnicos en la automatización del muestreo de contaminantes, incluyendo la falta de precisión en la dosificación y la necesidad de minimizar la intervención manual. La interacción con especialistas permitió contextualizar el problema de estudio y motivar a las estudiantes a desarrollar soluciones innovadoras.

Figura 2. *Visita al Laboratorio LISTO (derecha) y muestreador automático (izquierda).*

En la fase de Explorar (Explore), se promovieron actividades de indagación autónoma para profundizar en los aspectos técnicos del problema. Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de normativas nacionales e internacionales sobre el control de contaminantes inorgánicos en muestras biológicas, con el fin de establecer los requisitos técnicos que deben cumplir los sistemas de muestreo automatizado. Además, se analizaron tecnologías emergentes en automatización, identificando estrategias que han demostrado mejorar la exactitud y reproducibilidad de los procedimientos analíticos en laboratorios especializados.

Paralelamente, se realizaron estudios comparativos entre distintos sistemas de muestreo, evaluando su desempeño en función de la estabilidad de la dosificación, la calibración de equipos y la prevención de contaminación cruzada. Este proceso permitió estructurar mapas conceptuales y diagramas de flujo que facilitaron la visualización integral del problema y la identificación de áreas de mejora.

Con base en la información recopilada, en la fase de Explicar (Explain) las estudiantes organizaron y sistematizaron sus hallazgos para formular una propuesta de mejora en la automatización de muestreo. Se realizaron presentaciones académicas donde se expusieron las limitaciones actuales de los sistemas de muestreo y las oportunidades de innovación mediante el empleo de sensores de alta precisión y algoritmos de control adaptativo. La retroalimentación proporcionada por expertos en automatización y toxicología permitió ajustar la propuesta y definir estrategias de implementación viables.

A partir del análisis previo, en la fase de Elaborar (Elaborate) se diseñó un sistema de control optimizado para autosamplers, integrando algoritmos de optimización para mejorar el posicionamiento y estabilidad del muestreador. Se seleccionaron sensores y componentes electrónicos adecuados para garantizar la dosificación precisa de las muestras, minimizando la posibilidad de errores operativos.
Para evaluar la viabilidad de la propuesta antes de su implementación, se desarrollaron prototipos en software de simulación. Se llevaron a cabo pruebas comparativas entre el

sistema propuesto y los métodos tradicionales de muestreo, analizando la mejora en la precisión y reproducibilidad de los resultados.

Finalmente, en la fase de Evaluar (Evaluate) se implementó un proceso de validación que incluyó dos niveles de evaluación:

1. **Simulación y análisis de desempeño:** Se compararon los resultados del sistema optimizado con los obtenidos mediante sistemas tradicionales, evaluando la reducción de errores y la estabilidad operativa. Se analizaron tiempos de respuesta y adaptabilidad del sistema ante variaciones en las condiciones experimentales.
2. **Retroalimentación de expertos:** Se realizaron sesiones de discusión con especialistas en automatización y toxicología para evaluar la factibilidad de la propuesta y determinar mejoras antes de su implementación en laboratorio. Asimismo, se exploraron aplicaciones potenciales del sistema en otros contextos de investigación científica y diagnóstico clínico.

La evaluación integral del proyecto permitió garantizar que el sistema desarrollado cumpliera con los estándares de calidad y confiabilidad requeridos en entornos de investigación avanzada. Como resultado, se consolidó una metodología que no solo fomenta la formación de los estudiantes en el campo de la automatización, sino que también impulsa la vinculación del servicio social con la investigación aplicada, fortaleciendo la generación de conocimiento científico con impacto académico y social.

RESULTADOS

La implementación del proyecto dentro del servicio social de investigación tuvo múltiples impactos en diferentes niveles, abarcando la **propuesta de solución tecnológica**, el **proceso de redacción del artículo científico** y el **desarrollo de competencias en ingeniería** para las estudiantes participantes.

El equipo de trabajo estuvo conformado por estudiantes de **Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Biomédica y Químico Farmacéutico Biólogo**, lo que permitió una **interacción multidisciplinaria clave** para el éxito del proyecto. Cada estudiante contribuyó desde su especialidad, integrando conocimientos y metodologías propias de su campo, lo que enriqueció la solución propuesta y permitió abordar el problema de manera integral. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos en cada uno de estos aspectos.

Desarrollo de la propuesta de solución tecnológica

La propuesta final se centró en el **diseño y optimización de un sistema de muestreo automatizado** con el objetivo de mejorar la precisión y repetibilidad en el análisis de contaminantes inorgánicos en muestras biológicas. A partir del análisis realizado en el Laboratorio **LISTO** del CINVESTAV, se identificaron los siguientes problemas en los sistemas de muestreo convencionales:

- **Desviaciones en la precisión del posicionamiento del brazo muestreador**, lo que generaba variabilidad en la toma de muestras y afectaba la reproducibilidad de los resultados.
- **Riesgo de contaminación cruzada** debido a la acumulación de residuos en las agujas y viales de muestreo.

- **Falta de un control adaptativo**, lo que impedía ajustes en tiempo real para optimizar la dosificación de las muestras.

Para abordar estas problemáticas, el equipo propuso un **sistema de muestreo basado en controladores de alta precisión y sensores avanzados**. La solución consistió en:

- **Implementación de un controlador PID adaptativo** para optimizar el posicionamiento del brazo muestreador y reducir la variabilidad en la toma de muestras.
- **Integración de potenciómetros digitales** que permitieron un monitoreo más preciso de la posición y redujeron el desgaste mecánico de los componentes del sistema.
- **Uso de un software de simulación** para validar la eficiencia del sistema antes de su implementación en laboratorio, permitiendo ajustes y mejoras antes de su aplicación real.

A través de pruebas de simulación, se determinó que el nuevo sistema de muestreo tiene el potencial de **reducir el error de posicionamiento hasta en un 80%**, lo que representó una mejora significativa en la precisión de las mediciones. Además, la integración del sistema de limpieza redujo el riesgo de contaminación cruzada, asegurando una mayor confiabilidad en los resultados analíticos.

Uno de los elementos más enriquecedores durante el servicio social fue la **redacción del artículo científico basado en la investigación realizada**. Para las estudiantes, esta fue su primera experiencia en la escritura académica de alto nivel, lo que representó un reto significativo en términos de estructuración de ideas, uso del lenguaje técnico y aplicación de normas de publicación. El proceso de redacción se dividió en varias etapas:

- **Revisión de literatura y análisis del estado del arte**

✓ Antes de redactar el artículo, las estudiantes realizaron una **investigación exhaustiva de antecedentes** para contextualizar su trabajo dentro del campo de la automatización en laboratorios biomédicos. Se analizaron artículos de revistas científicas y normativas internacionales sobre muestreo automatizado y control de calidad en laboratorios de toxicología.

✓ Este ejercicio permitió a las estudiantes fortalecer su **habilidad de búsqueda y análisis crítico de información científica**, asegurando que la propuesta estuviera fundamentada en evidencia y alineada con los estándares de la comunidad científica.

- **Escritura colaborativa**

✓ Dado el enfoque multidisciplinario del equipo, se dividieron las secciones del artículo en función de la especialidad de cada estudiante:

✓ **Ingeniería Mecatrónica:** Desarrollo del sistema de control, selección de sensores y optimización del posicionamiento del muestreador.

✓ **Ingeniería Biomédica:** Evaluación de la viabilidad del sistema en entornos clínicos y su impacto en la calidad del análisis de muestras biológicas.

✓ **Químico Farmacéutico Biólogo:** Normativas aplicables, validación de la propuesta en el contexto del análisis de contaminantes inorgánicos y revisión de los parámetros de calidad.

- ✓ La escritura se realizó en sesiones colaborativas, con revisiones periódicas y ajustes en función de los comentarios del equipo de investigación. Se enfatizó el uso de **un lenguaje claro, preciso y técnico**, con una estructura lógica que permitiera comunicar los hallazgos de manera efectiva.

- **Revisión y ajustes finales**
  - El manuscrito conto con la asesoría de expertos en automatización y procesamiento de muestras para investigación en toxicología. Durante esta fase, las estudiantes recibieron retroalimentación sobre la claridad del contenido, la coherencia metodológica y la solidez de la argumentación.
  - Finalmente, el artículo fue sometido a la revista científica multidisciplinaria *Impulsa* de La Salle Cuernavaca, logrando su aceptación para publicación y posteriormente participar en la presentación del número de la revista al lado de otras autoras de distintas disciplinas, como se observa en la Figura 3. Esta experiencia permitió a las estudiantes **vivir el proceso de comunicación científica**, comprendiendo la importancia de la validación y difusión de los resultados de investigación.

Figura 3. *Presentación del No. 35 de la Revista Impulsa de La Salle Cuernavaca.*

Desarrollo de competencias en ingeniería

Además de los resultados técnicos y académicos obtenidos, el servicio social proporcionó un espacio clave para el desarrollo de competencias en ingeniería, fortaleciendo habilidades esenciales para el ejercicio profesional de las estudiantes.

Al integrar tres áreas de la ingeniería y ciencias aplicadas, el proyecto fomentó la capacidad de **trabajar en equipos multidisciplinarios**, una habilidad fundamental en la industria y la investigación. Las estudiantes aprendieron a comunicarse de manera efectiva con colegas de

otras disciplinas, adaptando su lenguaje técnico y coordinando esfuerzos para lograr un objetivo común.

- **Pensamiento crítico y resolución de problemas:** La identificación del problema y la formulación de la solución requirieron **pensamiento analítico y evaluación de múltiples enfoques**, lo que permitió a las estudiantes fortalecer su capacidad para abordar desafíos técnicos y científicos con una perspectiva estructurada.
- **Uso de herramientas tecnológicas avanzadas:** Durante el desarrollo del proyecto, se emplearon herramientas de **simulación, diseño y análisis de control**, lo que permitió a las estudiantes familiarizarse con tecnologías de vanguardia en el ámbito de la automatización de laboratorios.
- **Habilidades de comunicación científica:** La participación en la redacción del artículo fortaleció la **capacidad de las estudiantes para estructurar y comunicar resultados de investigación**, habilidades clave para su futuro desempeño en entornos académicos e industriales.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto dentro del marco del servicio social demostró la importancia de integrar la investigación aplicada en la formación de estudiantes de ingeniería y ciencias afines. A través de un enfoque multidisciplinario, las participantes lograron identificar una problemática real en el análisis de contaminantes inorgánicos y desarrollar una solución tecnológica innovadora basada en la automatización del muestreo.

La colaboración entre estudiantes de **Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Biomédica y Químico Farmacéutico Biólogo** permitió una sinergia de conocimientos que enriqueció el proceso de investigación y la formulación de la propuesta. La implementación de sensores avanzados, controladores de precisión y estrategias de optimización mejoró significativamente la confiabilidad y eficiencia del muestreo en laboratorios de investigación. Además, la experiencia de redacción y publicación de un artículo científico consolidó habilidades fundamentales en comunicación técnica, pensamiento crítico y trabajo colaborativo, preparando a las estudiantes para futuros retos en investigación y desarrollo tecnológico.

Este trabajo reafirma el valor del servicio social como un espacio no solo de contribución a la sociedad, sino también de generación de conocimiento y formación de profesionistas con capacidades para resolver problemas complejos. La integración de metodologías de investigación en el servicio social fortalece la preparación de los estudiantes, impulsando su crecimiento académico y profesional mientras contribuyen activamente al avance de la ciencia y la ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2022). The effect of 5E-based STEM education on academic achievement, scientific creativity, and views on the nature of science. *Learning and Individual Differences, 98*, 102181. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102181

Drakatos, N., & Drigas, A. (2024). The impact of STEAM education using robotics on the executive function of typical and ADHD students along with developmental

exploration. *Brazilian Journal of Science, 3*(2), 113–122. https://doi.org/10.14295/bjs.v3i2.467

Medina, D. A. V., Maciel, E. V. S., & Lanças, F. M. (2023). Modern automated sample preparation for the determination of organic compounds: A review on robotic and on-flow systems. *TrAC Trends in Analytical Chemistry, 166*, 117171. https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117171

Omair, A. O. M., Jabbar, A. M. A., & Albulushi, M. O. (2023). Recent advancements in laboratory automation technology and their impact on scientific research and laboratory procedures. *International Journal of Health Sciences, 7*(S1), 3043–3052. https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/view/14680 (PDF: https://sciencescholar.us/journal/index.php/ijhs/article/download/14680/11792/12677

Herrera Estrada, J. C., & Gómez Martínez, J. F. (2020). Mecatrónica educativa: Robótica aplicada a la innovación y desarrollo social en Cajicá. *Sinergias Educativas, 5*(2), 29–39. https://sinergiaseducativas.mx/index.php/revista/article/view/113?utm_source=chatgpt.com

ANÁLISIS DE LOS ROLES BASADOS EN UNA METODOLOGÍA ÁGIL ENTRE EQUIPOS DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

ANALYSIS OF ROLES BASED ON AN AGILE METHODOLOGY AMONG ENGINEERING STUDENT TEAMS

P. N. Cortez Herrera[1]
Y. E. González Navarro[2]
J. Fonseca Campos[3]
E. López-Alarcón[4]

RESUMEN

En la actualidad, las metodologías ágiles han demostrado ser una estrategia eficaz para la gestión de proyectos, no solo en el desarrollo de software, sino también en diversos sectores industriales. Este estudio analiza la implementación de una metodología ágil en un grupo de estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Telemática, con el propósito de evaluar el desempeño en distintos roles (líder de proyecto, analista y programador), así como las habilidades blandas y herramientas tecnológicas empleadas durante el proceso.

La investigación adoptó un enfoque exploratorio y utilizó un instrumento de evaluación aplicado al finalizar el proyecto para analizar la percepción de los participantes sobre su rol, las dificultades enfrentadas y la influencia de la metodología ágil en su aprendizaje.

Los resultados destacan la importancia de fomentar las habilidades blandas desde las primeras etapas de la formación en ingeniería, ya que estas desempeñan un papel fundamental en la adopción y el éxito de metodologías ágiles. Asimismo, evidencian la necesidad de integrar enfoques ágiles en el desarrollo de proyectos académicos para fortalecer la preparación de los futuros profesionales.

ABSTRACT

Currently, agile methodologies have proven to be an effective strategy for project management, not only in software development but also in various industrial sectors. This study analyzes the implementation of an agile methodology in a group of first-semester students of Telematics Engineering, aiming to evaluate their performance in different roles (project leader, analyst, and programmer), as well as the soft skills and technological tools used throughout the process.

The research adopted an exploratory approach and employed an evaluation instrument applied at the end of the project to assess perceptions of participants of their role, the challenges they faced, and the impact of the agile methodology on their learning.

The results highlight the importance of fostering soft skills from the early stages of engineering education, as these play a crucial role in the adoption and success of agile methodologies. Furthermore, they emphasize the need to integrate agile approaches into academic project development to enhance the preparation of future professionals.

ANTECEDENTES

En la actualidad, la automatización de procesos en diversas áreas organizacionales se ha convertido en una prioridad estratégica para garantizar una ventaja competitiva. En este contexto, las metodologías ágiles han emergido como una alternativa eficaz para gestionar proyectos de análisis, diseño y desarrollo de procesos de automatización de manera flexible y adaptativa. En el ámbito del desarrollo de software, las empresas han adoptado ampliamente estos enfoques, aprovechando su capacidad para permitir que los equipos

[1] Profesora Titular, academia de informática. Instituto Politécnico Nacional. pcortez@ipn.mx
[2] Profesora Titular, academia de sistemas. Instituto Politécnico Nacional. ygonzalezn@ipn.mx
[3] Profesor Titular, academia de ciencias básicas. Instituto Politécnico Nacional. jfonsecac@ipn.mx
[4] Profesor Titular, academia de mecánica. Instituto Politécnico Nacional. elopeza@ipn.mx

evolucionen dinámicamente sin perder el enfoque en la entrega de productos de alto valor. Además, la colaboración desempeña un papel fundamental, ya que los equipos deben trabajar de manera conjunta y comprender sus roles específicos dentro del proceso de desarrollo (Gheorghe et al., 2020).

El impacto de las metodologías ágiles ha trascendido el sector del software, extendiéndose a otras industrias que requieren flexibilidad y avances iterativos. Según un estudio de Langley (2018), el 71 % de las organizaciones han incrementado su competitividad mediante la adopción de prácticas ágiles, lo que evidencia su efectividad en la gestión y ejecución de proyectos. Estos enfoques destacan por su capacidad de adaptación, mejora continua y alineación con las expectativas del cliente, convirtiéndose en una estrategia clave para garantizar la entrega de productos de calidad (Merchán-Narvaéz et al., 2024).

No obstante, la implementación de metodologías ágiles en las organizaciones no está exenta de desafíos. Un estudio de Flores-Cerna et al. (2022), centrado en profesionales del área de Tecnologías de la Información (TI), identificó como principales obstáculos la falta de experiencia en metodologías ágiles y la resistencia al cambio. Para mitigar estos retos, es fundamental fomentar una cultura organizacional alineada con los principios ágiles y contar con la orientación de expertos en la materia. Sin embargo, muchas empresas aún no están plenamente familiarizadas con estos marcos de trabajo, lo que resalta la importancia de formar futuros profesionales con conocimientos y habilidades en metodologías ágiles, facilitando así su integración en la cultura organizacional al momento de su inserción en el entorno laboral.

Entre las metodologías ágiles más utilizadas, Scrum se destaca por su estructura basada en roles bien definidos y entregas iterativas, diferenciándose de otras metodologías como *Extreme Programming* (XP), Kanban y *Dynamic System Development Method* (DSDM) (Merchán-Narvaéz et al., 2024). Además, uno de los principales objetivos de estos enfoques es garantizar la calidad del producto final, promoviendo la eficiencia en la gestión del proyecto y la satisfacción del cliente.

En el ámbito educativo, la enseñanza de metodologías ágiles en programas académicos orientados a la tecnología y software permite que los estudiantes se familiaricen con estos enfoques desde etapas tempranas, preparándolos para ser agentes de cambio en la industria.

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar los distintos roles asignados a estudiantes de primer semestre de Ingeniería en Telemática en el proceso de análisis y diseño de una propuesta de solución que involucró las fases iniciales de un proyecto de software mediante una metodología ágil. A partir de este análisis, se identifican áreas de oportunidad, así como las herramientas utilizadas para lograr los resultados esperados.
El estudio se llevó a cabo resaltando la importancia de las metodologías ágiles en el desarrollo de software y su implementación en diversos sectores, destacando sus beneficios, desafíos y el papel fundamental que desempeñan en la formación de futuros profesionales.

METODOLOGÍA

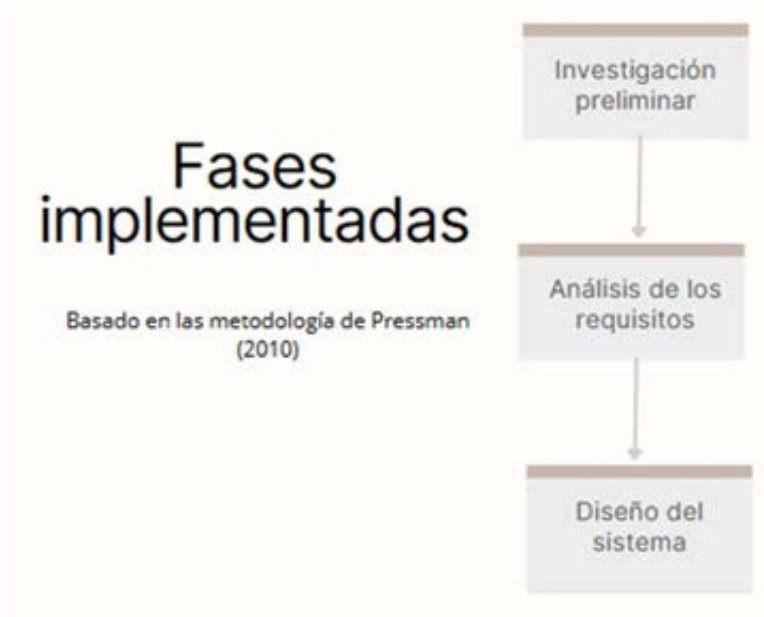
La metodología utilizada en este estudio se basa en la implementación de un enfoque ágil, siguiendo los principios descritos por Canosa (2024). Según este autor, es posible adoptar

una mentalidad ágil sin necesidad de emplear *frameworks* específicos como Kanban, Scrum o *Extreme Programming* (XP), siempre que se apliquen ciertas prácticas clave, entre ellas:

1. Desarrollar proyectos de pequeña escala.
2. Designar un responsable del proyecto.
3. Realizar reuniones periódicas, al menos una vez por semana.
4. Programar revisiones semanales para evaluar avances y corregir errores de manera oportuna, evitando su acumulación.

Para el análisis y desarrollo de software, este estudio toma como referencia la metodología propuesta por Pressman (2010), considerando únicamente las tres primeras etapas del proceso: investigación preliminar, análisis de requisitos y diseño del sistema, que se puede observar en la Figura 1. Estas etapas proporcionan una base estructurada para el desarrollo del proyecto, permitiendo un enfoque iterativo y adaptable acorde con los principios ágiles.

Figura 1. *Etapas consideradas para la implementación de una metodología ágil en el análisis y diseño de software entre estudiantes de ingeniería de primer semestre. Elaboración propia.*



Las actividades desarrolladas fueron clasificadas por etapas quedando como se muestra en la Figura 2:

Figura 2. *Las actividades desarrolladas en el proyecto se clasificaron en distintas etapas, donde se detallan las acciones involucradas en cada fase del proceso. Imagen propia.*

El primer paso de la metodología consistió en la formación de equipos de trabajo y la selección de un cliente, el cual podía ser una persona emprendedora o un negocio. Esta elección tuvo como objetivo fomentar una colaboración estrecha entre todos los miembros del equipo, incluidos los usuarios finales, alineándose con los principios de la metodología Scrum.

Según Abuchar (2023), el enfoque ágil de trabajo en equipo permite organizar y gestionar el desarrollo del proyecto mediante la asignación de roles y responsabilidades. La misma autora señala que cuando cada integrante comprende su función dentro del proyecto, se optimiza el control de las actividades, se minimizan los riesgos y se garantiza la calidad del producto final.

Por esta razón, se implementó un esquema de roles dentro de los equipos, clasificados de la siguiente manera:

- Líder del proyecto (*Product Owner*): Representa a los usuarios del software. Es responsable de comunicar la visión del proyecto al equipo, validar los beneficios de cada funcionalidad para incluirlas en la lista de tareas y características que debe incluir el producto de software (*Product Backlog)* y priorizar su desarrollo de manera continua (McNeil, 2025)
- Equipo de desarrollo: Comprende los roles de analista y diseñador, quienes son responsables de transformar los requisitos en funcionalidades operativas dentro del sistema.

El desarrollo del proyecto tuvo una duración total de siete semanas, con evaluaciones y sesiones de retroalimentación periódicas en cada etapa. A través de estas revisiones, se identificaron áreas de mejora y se ajustaron las estrategias para optimizar el proceso.

DESARROLLO

La implementación de la metodología se llevó a cabo en un grupo de primer semestre de Ingeniería en Telemática, conformado por 35 estudiantes, quienes fueron organizados en siete equipos de trabajo.

El proceso inició con una sesión introductoria, en la que se presentó la dinámica general del proyecto, la metodología de trabajo basada en roles y el cronograma de actividades. Posteriormente, se explicaron en detalle las funciones de cada rol, permitiendo que los equipos asignaran voluntariamente los roles entre sus integrantes. La Tabla 1 muestra la organización final del grupo en equipos.

Tabla 1. *Organización de los equipos de trabajo.*

Número de equipos	Líder del proyecto	Analista	Diseñador
7	7	14	13

Cada equipo seleccionó un cliente, que podía ser un emprendedor o un negocio local, con el objetivo de desarrollar un proyecto con aplicaciones prácticas. Entre los sectores de los clientes se encontraron:

- Negocio que realiza moños escolares
- Empresa para gestionar mobiliario en eventos sociales
- Taquería
- Spa
- Farmacia
- Tienda de abarrotes
- Consultorio dental

En el transcurso de la duración del proyecto los equipos entregaron en tiempo y forma los reportes correspondientes a cada etapa. En las sesiones de retroalimentación periódicas se identificaron áreas de mejora y se ofrecieron recomendaciones para optimizar el desarrollo del trabajo.

Principales desafíos en cada etapa

- Análisis de requisitos: Fue la fase con mayor dificultad, principalmente debido al desconocimiento de herramientas tecnológicas necesarias para implementar ciertas funcionalidades, como el procesamiento de pagos en línea. Para abordar esta problemática, se brindaron sugerencias y orientación para que los estudiantes investigaran soluciones específicas.
- Diseño del sistema: No presentó dificultades significativas en ningún equipo. Para esta fase, los estudiantes contaron con el apoyo de un curso de la plataforma Coursera, titulado *"Create a Mockup in Figma"* (Jha, 2018), recomendado en la sesión inicial del proyecto. Esto garantizó el uso de herramientas de diseño ampliamente utilizadas en la industria.

Al finalizar las tres entregas programadas, los equipos elaboraron un reporte final, donde sintetizaron los principales resultados de su trabajo.

El presente estudio adoptó un enfoque exploratorio, con el objetivo de analizar el desempeño de los estudiantes en los distintos roles dentro de una metodología ágil. Para ello, se diseñó un instrumento de evaluación en forma de encuesta, cuya aplicación fue de carácter voluntario.

RESULTADOS

Para analizar los roles asignados y las áreas de mejora durante el desarrollo del proyecto, se aplicó el instrumento de evaluación a cada uno de los roles: líder del proyecto (*Product Owner*), analista y diseñador. La encuesta se realizó una semana después de la conclusión del proyecto, durante una sesión de clase, obteniendo una participación del 71.42 % de los estudiantes.

El cuestionario estuvo orientado a identificar tres áreas clave:

- Habilidades blandas necesarias para llevar a cabo el proyecto
- Importancia del trabajo en equipo
- Herramientas tecnológicas empleadas en el desarrollo del proyecto

Resultados por rol

Líder del proyecto

La encuesta fue respondida por 5 líderes de proyecto, lo que equivale al 71.42 % de los participantes en este rol. Entre los principales hallazgos se encuentran:

- 60 % de los equipos recopiló la información 24 horas antes de la entrega del reporte.
- 60 % de los equipos requirió la intervención del líder en alguna de las actividades de las distintas etapas del proyecto.
- 80 % de los equipos identificó como mayores dificultades la obtención y clasificación de requerimientos funcionales y no funcionales, así como la selección de herramientas de software para diseñar el proyecto.
- Entre las principales herramientas utilizadas por los líderes para la gestión del proyecto se encuentran: Bitrix, Notion, Google Classroom, Monday y Microsoft Teams.

Analista

Se recopilaron 12 respuestas, lo que representa un 85.71 % de participación en este rol. Los hallazgos fueron los siguientes:

- Las habilidades blandas más importantes identificadas fueron: comunicación clara, trabajo en equipo, escucha activa y análisis de escenarios.
- En promedio, los analistas necesitaron dos entrevistas con el cliente para comprender y delimitar el proyecto a modelar.
- La principal dificultad fue la redacción y clasificación de los requerimientos, aspecto en el que coincidió la mayoría de los participantes.
- Entre las herramientas tecnológicas más utilizadas se encuentran: WhatsApp, Bitrix, Google Classroom y documentos en la nube.
- 91.66 % de los encuestados consideró útil basarse en el estándar IEEE 830 para la redacción de requerimientos.
- 66.66 % de los analistas necesitaron apoyo de otros roles para completar alguna de sus actividades.

Diseñador

Se obtuvo una participación del 61.53 % en este rol, con los siguientes resultados:

- 75 % de los participantes consideró útil el curso de Figma recomendado.
- 75 % tomó un curso adicional para mejorar sus habilidades en el diseño de interfaces gráficas.

- 100 % afirmó que los requerimientos funcionales fueron clave para desarrollar el diseño de las interfaces gráficas.
- Entre las herramientas más utilizadas destacan: Canva, Figma, videotutoriales, Motion y Bitrix.
- 87.5 % de los diseñadores requirió apoyo de otros roles para completar sus actividades.

Además de evaluar los roles específicos, se indagó sobre la percepción general del desarrollo del proyecto aplicando una metodología ágil. Se recopilaron 18 respuestas, con comentarios mayormente positivos sobre la actividad realizada. A continuación, se presentan algunas opiniones destacadas (se han corregido errores ortográficos manteniendo la redacción original), como se puede ver en la Tabla 2:

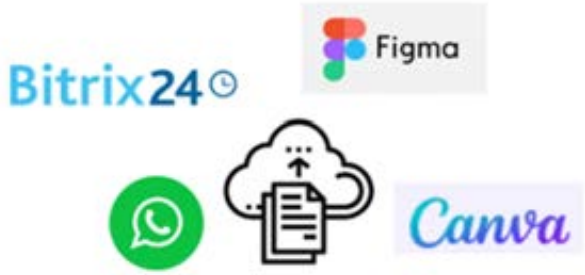
Tabla 2. *Muestra algunos de los comentarios obtenidos de parte de los estudiantes.*

"En todo aplicábamos aspectos vistos en clases. El tiempo de entrega fue lo justo y cómodo."
"Los tiempos de entrega me parecieron adecuados, y las actividades me fue útil para darme cuenta de que la materia no trata solo sobre programación, además de familiarizarme más con la forma de trabajo de un analista"
"Fue muy útil porque la actividad es bastante similar a lo que nos encontramos en nuestro entorno, además de que, a partir de ahora, cada que nos encontremos con un software nos cuestionemos su funcionamiento y que instrucciones involucra su programación."
"La comunicación con el cliente fue lo más complicado en lo personal, ya que no sabía cómo decir lo que quería además de los tiempos que se tenían, si quería la paleta de colores igual o diferentes al negocio."
"Considero que los tiempos de entrega fueron correctos, aunque, la organización del equipo es importante para desarrollar de manera adecuada cada uno de los requisitos solicitados en cada una de las fases del proyecto. La realización de la documentación fue un poco complicada, ya que, requiere de mucho análisis para lograr un buen trabajo y entendimiento de lo que quiere realizar el software a desarrollar."

Los resultados obtenidos permiten identificar los aspectos clave al momento de trabajar bajo un enfoque ágil, resaltando la importancia de la asignación de roles quienes cumplieron con sus funciones permitiéndoles tener una guía en la realización de sus actividades, la comunicación con el cliente y el uso de herramientas tecnológicas adecuadas. Estos elementos deben ser considerados a lo largo de la formación universitaria para preparar a los estudiantes en entornos de desarrollo profesional, las Figuras 3 y 4 los engloban.

Figura 3. *Bolsa de palabras que resaltan las habilidades blandas identificadas como esenciales en la implementación de una metodología ágil.*

Figura 4. *Herramientas tecnológicas empleadas para llevar a cabo una metodología ágil.*



CONCLUSIONES

En un mundo globalizado, las organizaciones deben transformar sus esquemas de trabajo para responder a entornos dinámicos y altamente competitivos. En este contexto, las metodologías ágiles han impulsado cambios significativos en la industria. Si bien su aplicación ha sido predominante en el desarrollo de software, diversas empresas han demostrado que estos enfoques pueden adaptarse a otros procesos organizacionales con resultados positivos.

El presente estudio ha permitido identificar las habilidades blandas requeridas y las herramientas tecnológicas empleadas en la implementación de una metodología ágil dentro de un proyecto de desarrollo de software, llevado a cabo por estudiantes de primer semestre de ingeniería. La asignación de roles con actividades bien definidas facilitó una exploración detallada de los desafíos y aprendizajes que surgen al aplicar este enfoque en un entorno académico.

Los hallazgos destacan que, además del conocimiento técnico, el desarrollo de habilidades blandas es un factor clave para la correcta ejecución de proyectos ágiles. Del mismo modo, el uso de herramientas de gestión y control resulta fundamental para organizar y optimizar cada una de las etapas del proceso.

Fomentar la participación de estudiantes de ingeniería en metodologías ágiles desde etapas tempranas de su formación universitaria fortalece su capacidad de adaptación y les permite familiarizarse con dinámicas de trabajo colaborativas y orientadas a la eficiencia. Esto no solo facilita su transición a entornos laborales reales, sino que también contribuye a que, una vez incorporados en la industria, sean capaces de agilizar procesos y optimizar la gestión de proyectos de manera efectiva.

BIBLIOGRAFÍA

Abuchar Porras, A. (2023). *Metodologías ágiles para el desarrollo de software*. Editorial Universidad Distrital Francisco José de Caldas. https://editorial.udistrital.edu.co/detalle.php?f=6&id=1425

Asana. (2025, enero 24). *5 responsabilidades clave del Product Owner*. https://asana.com/es/resources/product-owner

Canosa Ferreiro, A. J. (2024). *SCRUM: Teoría e implementación práctica* (1.ª ed.). Alfaomega; Ra-Ma. https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/scrum_teoria_e_implementacion_practica

Flores-Cerna, F., Sanhueza-Salazar, V. M., Valdés-González, H. M., & Reyes-Bozo, L. (2022). Metodologías ágiles: Un análisis de los desafíos organizacionales para su implementación. *Revista Científica, 43*, 38–49. https://doi.org/10.14483/23448350.18332

Gheorghe, A.-M., Gheorghe, I. D., & Iatan, I. L. (2020). Agile software development. *Informatica Economică, 24*(2), 90–100. https://doi.org/10.24818/issn14531305/24.2.2020.08

Jha, P. (2018). *Create a mockup in Figma* [Curso en línea]. Coursera Project Network. https://www.coursera.org/projects/create-a-mockup-in-figma

Project Management Institute. (2018). *Pulse of the Profession 2018: Success in disruptive times—Expanding the value delivery landscape to address the high cost of low performance*. https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2018.pdf

Merchán-Narváez, N. J., Palma-Peralta, E. E., & Poma-Japón, D. X. (2024). Comparación de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *MQRInvestigar, 8*(1), 5052–5074. https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.5052-5074

Pressman, R. S. (2010). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico* (7.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

HACIA UNA FORMACIÓN INTEGRAL: HERRAMIENTA DIGITAL PARA LA AUTOEVALUACIÓN DE ATRIBUTOS DE EGRESO

TOWARDS COMPREHENSIVE TRAINING: DIGITAL TOOL FOR SELF-ASSESSMENT OF EXCLUSIVE ATTRIBUTES

N. Ávila Esquivel[1]
A. Zamora Díaz[2]
M. F. Esparza Posadas[3]
M. E. Cortés Hernández[4]

RESUMEN

En el contexto de las acciones de mejora implementadas en el programa educativo de la carrera de Ingeniería Industrial (IID) de la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se identificó la necesidad de evaluar de manera efectiva los atributos de egreso establecidos para la carrera. Con el objetivo de complementar y obtener retroalimentación adicional, se diseñó una plataforma digital que facilita la evaluación de estos atributos desde la perspectiva del alumnado. Adicionalmente, la plataforma integra la gestión del requisito institucional de horas de formación complementaria, el cual exige que los estudiantes registren 480 horas en actividades extracurriculares como congresos, investigación, cultura y deporte. Con esta herramienta, se optimiza el seguimiento y control de dichas actividades, permitiendo a los alumnos y a la institución cuente con un sistema eficiente y accesible para la administración de su formación integral. Este trabajo presenta el desarrollo y funcionalidad de la plataforma, así como su impacto en la mejora del proceso de evaluación de competencias y la gestión de la formación complementaria. Los resultados preliminares sugieren una mayor participación estudiantil en su autoevaluación, además de una mejor organización y control del cumplimiento de los requisitos de egreso.

ABSTRACT

In the context of improvement actions implemented in the Industrial Engineering (IID) degree program at the School of Higher Studies Aragón (FES Aragón) of the National Autonomous University of Mexico (UNAM), the need was identified to effectively evaluate the program's established graduation attributes. To complement this process and obtain additional feedback, a digital platform was designed to facilitate the evaluation of these attributes from the student perspective.

Additionally, the platform integrates management of the institutional requirement for complementary training hours, which mandates that students record 480 hours in extracurricular activities such as conferences, research, culture, and sports. With this tool, the tracking and oversight of these activities are optimized, ensuring that both students and the institution have an efficient and accessible system for administering comprehensive training.

This paper presents the platform's development and functionality, as well as its impact on improving the competency assessment process and the management of complementary training. Preliminary results suggest greater student participation in self-assessment, along with better organization and control of compliance with graduation requirements.

ANTECEDENTES

La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya sea desde un enfoque cualitativo o cuantitativo, es fundamental para reflexionar sobre los avances y áreas de oportunidad en la formación académica. Su adecuada implementación permite orientar los procesos de mejora

[1] Jefe de Carrera. Facultad de Estudios Superiores Aragón. noeavila6g2@aragon.unam.mx
[2] Profesora de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. angelazamora35@aragon.unam.mx
[3] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. franciscoesparzae4@aragon.unam.mx
[4] Ayudante de Profesor. Facultad de Estudios Superiores Aragón. marloncortes20@aragon.unam.mx

continua y garantizar una formación integral en los estudiantes, alineada con los requerimientos del entorno profesional.

Diversas investigaciones han resaltado la importancia de la evaluación basada en competencias en la educación superior. Un estudio publicado en la Revista Horizontes (2023) señala que este enfoque favorece la innovación y mejora los perfiles profesionales, incrementando los logros de aprendizaje. Además, de acuerdo con el artículo "Evaluación de competencias en educación superior" publicado en la Revista de Educación de la Universidad de Costa Rica (2023), el estudiante es el actor principal en su proceso de formación, ya que fomenta su autonomía y responsabilidad, mientras que los docentes fortalecen sus propias competencias a través de metodologías evaluativas centradas en el aprendizaje.

En este contexto, la evaluación de las competencias denominadas Atributos de Egreso (AE) se vuelve un eje clave en la formación de los estudiantes de ingeniería. Estos atributos permiten medir la adquisición de habilidades y conocimientos esenciales para el ejercicio profesional, promoviendo un enfoque multidisciplinario y el desarrollo de capacidades de resolución de problemas (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. [CACEI, 2024]).

Siguiendo esto, en 2024 se llevó a cabo el proceso de reacreditación en la carrera de Ingeniería Industrial (IID) de la FES Aragón ante el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C. (CACEI), bajo el Marco de Referencia 2025 (MR2025). Este proceso no solo reafirmó el compromiso de la institución con la calidad educativa, sino que también permitió identificar la necesidad de medir el impacto del desarrollo de competencias a lo largo del proceso formativa, por lo que en la Figura 1, se muestran los AE a desarrollar en la carrera de IID.

Figura 1. *Atributos de Egreso de Ingeniería Industrial 2025.*

Actualmente, la carrera de IID cuenta con un instrumento de medición diseñado para evaluar estos atributos llamado “Rúbricas de Evaluación”, a partir de los resultados obtenidos en cada una de las asignaturas del mapa curricular. Sin embargo, este proceso está principalmente

orientado al docente, quien es responsable de recolectar evidencias, llenar los instrumentos de evaluación y entregarlos a la Jefatura de Carrera.

Este enfoque deja de lado la perspectiva del estudiante, lo que representa un área de oportunidad en la evaluación integral de competencias. Considerando que el estudiante es el principal protagonista en su proceso de aprendizaje, resulta esencial incorporar su visión en la evaluación de los AE. Esto permitiría enriquecer el análisis sobre su desarrollo y garantizar que los instrumentos de medición reflejen de manera más completa el impacto real de la formación académica.

En los últimos años, la FES Aragón ha promovido la transición de un modelo educativo tradicional a un enfoque constructivista, lo que ha implicado cambios significativos en la metodología de enseñanza. Se ha pasado de un modelo basado en la transmisión unidireccional del conocimiento a una metodología que busca desarrollar destrezas y habilidades de manera activa y dinámica. En este nuevo paradigma, el estudiante deja de ser un receptor pasivo para convertirse en un participante activo en su proceso de aprendizaje.

Bajo esta premisa, se identificó la necesidad de diseñar una herramienta que permita a los estudiantes evaluar sus propias competencias y retroalimentar el proceso de enseñanza. Así surge el desarrollo de una plataforma digital que facilita la autoevaluación de los AE integrando la voz del alumnado en la medición de su formación profesional.

La integración de plataformas digitales en la educación superior se ha convertido en una tendencia esencial para alinear los procesos educativos con los avances tecnológicos actuales (Universidad César Vallejo, 2020). Estas herramientas no solo facilitan la gestión académica, sino que también enriquecen el proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo la autonomía y el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes (Battaglia et al., 2020).

Según Velasteguí (2017), las plataformas digitales representan un nuevo ámbito de aprendizaje y una poderosa herramienta de comunicación e interacción entre docentes y estudiantes, trascendiendo las barreras de espacio y tiempo. Este tipo de herramienta permite una comunicación directa y atención personalizada, brindando una variedad de recursos que promueven el aprendizaje colaborativo y la construcción de nuevos conocimientos (García 2019).

Asimismo, Barrera y Guapi (2018) destacan que estas plataformas han ganado un espacio significativo en las instituciones de educación superior como herramientas de transferencia de conocimiento. Facilitan la adquisición, asimilación y construcción del saber, promoviendo el pensamiento crítico y mejorando los niveles cognitivos de los estudiantes.

Como parte del proceso de actualización del plan de estudios de la carrera de IID, se estableció como requisito para la titulación la acreditación de 480 horas de formación complementaria. Este requisito tiene como finalidad enriquecer la formación de los estudiantes mediante la participación en actividades que fortalezcan tanto sus habilidades técnicas (*hard skills*) como sus habilidades blandas (*soft skills*). Dentro de estas actividades se incluyen congresos, proyectos de investigación, participación en capítulos académicos,

seminarios, talleres, ferias de empleo, aprendizaje de idiomas y actividades culturales y deportivas.

Dado que estas actividades contribuyen al desarrollo de competencias esenciales, se identificó su potencial como una fuente complementaria para la autoevaluación de los AE. A través de la plataforma digital, los estudiantes podrán registrar sus horas de formación complementaria y asociarlas a los AE que consideran fortalecidos mediante su participación en dichas actividades.

Aunado a lo anterior, en la oferta de eventos que la Jefatura de Carrera da al alumnado de la carrera, una de las estrategias que permiten vincular dichas actividades con los AE que se ponen en práctica, es que al momento de anunciar eventos se colocan las competencias a desarrollar a fin de que logren identificar está relación, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. *AE a desarrollar por evento.*

METODOLOGÍA

Con el diseño de esta herramienta digital, los alumnos del nuevo plan de estudios podrán gestionar sus horas de formación complementaria de manera autónoma, mientras que la Jefatura de Carrera podrá acceder a información más precisa sobre el impacto de estas actividades en el desarrollo de competencias esenciales.

El estudio de la información resultante del diseño de la plataforma sigue un enfoque cuantitativo, ya que, mediante el análisis de registros en la plataforma se pretende identificar que tanto están impactado los AE requeridos en el proceso de formación académica de la carrera de IID, en el desarrollo de actividades de formación complementaria.

El uso de plataformas digitales para la gestión de competencias y actividades extracurriculares destaca la eficacia en la administración de información y en la optimización del tiempo de los estudiantes y docentes. Sin embargo, en el contexto de la carrera de Ingeniería Industrial de la FES Aragón, no existía un sistema que integrara ambos elementos:

la autoevaluación de los AE y el registro de horas de formación complementaria. La presente investigación busca cerrar esta brecha mediante el diseño y desarrollo de una plataforma digital que permita atender las necesidades ya mencionadas.

La población objetivo está compuesta por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en la FES Aragón inscritos en el plan de estudios 2195. La muestra inicial fue seleccionada de la siguiente manera:

- Diversas cuentas prueba hechas por el equipo del proyecto, antes de ser lanzado el acceso a la plataforma.
- Estudiantes que ya han acumulado horas de formación complementaria, para evaluar la funcionalidad del sistema de registro.

Particularmente sobre la estructura de la plataforma y de acuerdo con los alumnos que diseñaron la misma, este proyecto se fundamentó en tecnologías web modernas y herramientas especializadas para asegurar un rendimiento óptimo y una experiencia de usuario excepcional en diferentes dispositivos.

Sobre la estructura de la plataforma se emplearon algunos elementos tal como:

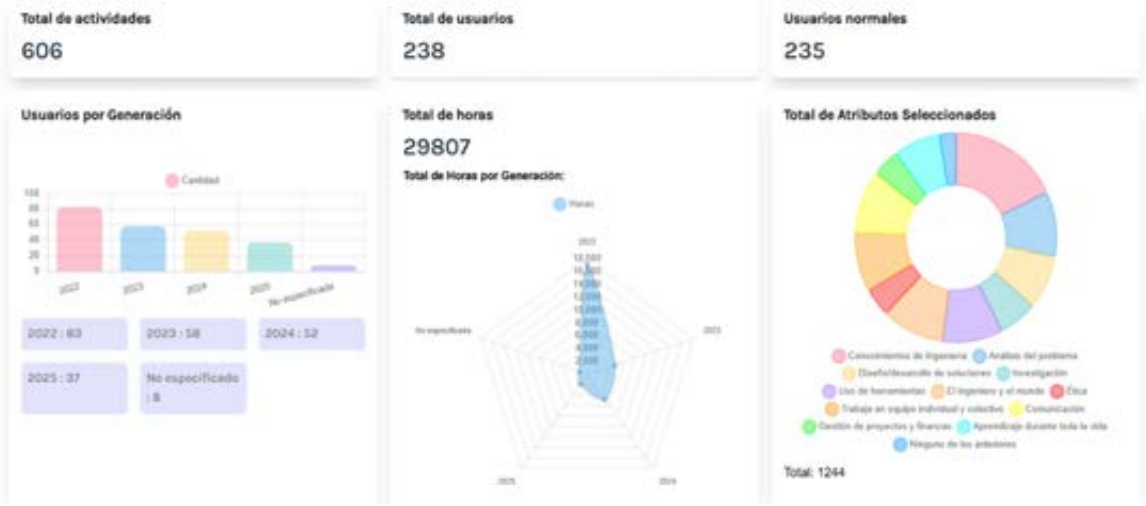
1. En el *Frontend*, se usó como lenguaje de programación principal JavaScript junto con HTML y CSS para la creación de una interfaz de usuario ágil y adaptable.
2. En el *Backend*, como lenguaje principal *TypeScript* ofrece la ventaja de proporcionar tipos estáticos y ayuda en el desarrollo de aplicaciones más robustas y menos propensas a errores.
3. Además, se implementó *Docker* para facilitar la implementación y gestión del servidor de manera rápida y eficiente.

RESULTADOS

La plataforma fue lanzada en el 2024, y junto con la liga para registro, también se desarrolló un manual en forma de video a fin de que el alumnado conociera el funcionamiento de la plataforma. Hasta el momento se tiene un registro de 235 alumnos activos, 3 administradores y finalmente un registro de 606 actividades con un total de 29807 horas, toda esta información se tiene gracias a la generación de un *dashboard* que genera la plataforma, como se ve en la Figura 3.

Otra de las funciones que tiene esta, es que permite visualizar el registro de usuarios que se tiene por generación, esto con el objetivo de identificar que semestre requiere más información respecto a cómo hacer uso y registro de sus actividades, por ello es por lo que, desde su lanzamiento, Jefatura de Carrera se dio a la tarea de planificar algunas tutorías para ir a explicar cómo es el funcionamiento y resolución de dudas.

Figura 3. *Datos generales plataforma.*



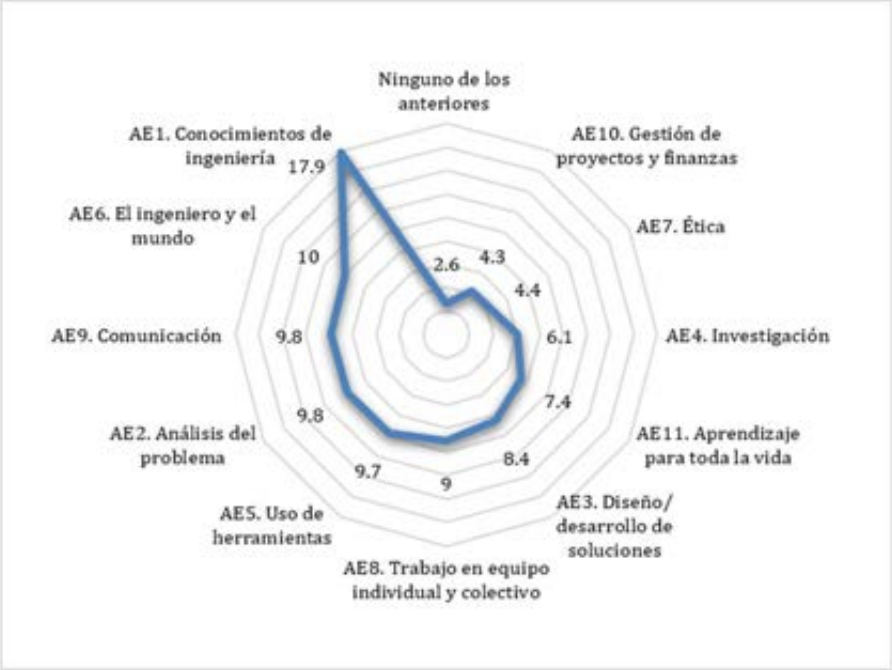
Adicional a los datos generales, se permite visualizar información por usuario, donde se puede conocer el nombre del alumno, número de cuenta, correo electrónico, la generación, así mismo, se puede acceder el número de actividades registradas, además por medio de una barra de progreso el número de horas acumuladas hasta el momento, y finalmente se puede tener acceso a una liga de acceso a una carpeta en la nube donde se encuentran todos los probatorios correspondientes, como se observa en la Figura 4.

Particularmente todos estos datos permitirán a Jefatura de Carrera corroborar y registrar el requisito de horas de formación complementaria en el momento que se tenga completadas las horas, lo que permite agilizar el seguimiento y control de este requisito.

Figura 4. *Datos por usuario.*

Finalmente, y como el objetivo principal de este trabajo, la plataforma permite la recolección de atributos desarrollados por actividad según la percepción del alumnado, por lo que, del registro de 606 actividades hasta el momento, se tiene una selección de 1244 AE, como se muestra en la Figura 5, la primera competencia más desarrollada con un 17.9% es la de conocimiento de ingeniería, el ingeniero y el mundo con el 10% , aprendizaje para otra la vida con el 9.8%, análisis de problemas también con el 9.8%, uso de herramientas con el 9.7%, trabajo en equipo individual y colectivo con 9%, diseño/desarrollo de soluciones 8.4%, aprendizaje para toda la vida con 7.4%, investigación con 6.1%, ética con 4.4%, gestión de proyectos y finanzas con 4.3%, y con una minoría 2.6% no aplica en ninguna competencia.

Figura 5. *AE desarrollados por actividad.*



CONCLUSIONES

La implementación de una plataforma digital para la autoevaluación de AE y el registro de horas de formación complementaria ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar el seguimiento y control del proceso de formación en la carrera de IID de la FES Aragón. Esta herramienta no solo optimiza la administración de información, sino que también fomenta una participación más activa de los estudiantes en la gestión de su propio aprendizaje, alineándose con el modelo educativo constructivista promovido por la institución.

El uso de esta plataforma representa un avance en la integración de tecnologías digitales en la educación superior, facilitando tanto la validación de actividades extracurriculares como la retroalimentación en tiempo real sobre el impacto de dichas actividades en la adquisición de competencias clave.

Dado su impacto positivo, se recomienda ampliar su aplicación a otras carreras y evaluar su efecto a largo plazo en el desarrollo profesional de los egresados. Además, futuras mejoras podrían incluir la incorporación de herramientas de análisis de datos que permitan personalizar la experiencia de los estudiantes, así como el desarrollo de reportes automatizados para la toma de decisiones académicas y administrativas.

Esta investigación demuestra que la integración de plataformas digitales en la educación superior no solo moderniza la gestión de la formación complementaria, sino que también impulsa un aprendizaje más autónomo. Su implementación refuerza el compromiso institucional con la innovación educativa y la formación integral de profesionales altamente capacitados.

Los resultados obtenidos permiten visualizar a Jefatura de Carrera los atributos que más desarrollo tienen, así como los de menor aplicación, a fin de que la toma de decisiones sobre la oferta de eventos se haga para comenzar a desarrollar o reforzar la aplicación de cada una de estas competencias, hasta el momento la jerarquía de aplicación se tiene de la siguiente forma.

Por otro lado, la funcionalidad de esta plataforma permite no solo al área administrativa de la carrera poder acceder a esta información, sino también al alumnado, a fin de que se pueda generar una concientización del impacto que tiene todo lo que realizan dentro y fuera de la facultad, si bien la carrera de IID es caracterizada por ser integral, este requisito permite fortalecer dicha característica, de esta forma el conocimiento se vuelve transversal y permite tener un impacto en varias áreas del proceso formativo del alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

Barrera Rea, V. F., & Guapi Mullo, A. (2018). La importancia del uso de las plataformas virtuales en la educación superior. *Revista Atlante. Cuadernos de Educación y Desarrollo*. https://www.eumed.net/rev/atlante/2018/07/plataformas-virtuales-educacion.html

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería. (2024). *Marco de Referencia 2025: Una guía para su implementación*. https://cacei.org.mx/nv/nv02/nv0208.html (manual PDF: https://cacei.com.mx/wp-content/uploads/2025/02/dac_02_doc_mr_20251.pdf

García Flores, S. A. (2019). Análisis de las competencias digitales de estudiantes de ingeniería de una universidad pública peruana. *Hamut'ay, 6*(3), 114–125. https://doi.org/10.21503/hamu.v6i3.1852

Battaglia, N., Neil, C., & De Vincenzi, M. (2021). *Desarrollo y evaluación de competencias en la ingeniería de software en un entorno virtual de aprendizaje colaborativo* [póster]. Universidad Abierta Interamericana. https://repositorio.uai.edu.ar/items/e084c697-7543-4561-8ac2-b337a07dd5e7

Menzala-Peralta, C. C., **et al.** (2023). Evaluación basada en competencias en educación superior. *Revista Horizontes, 7*(2). https://revistahorizontes.org/index.php/revistahorizontes/article/view/941

Universidad César Vallejo. (2022, abril 1). *Importancia de las plataformas virtuales como soporte educativo*. https://www.ucv.edu.pe/noticias/importancia-de-las-plataformas-virtuales-como-soporte-educativo/

Bonnefoy Valdés, N. (2021). Evaluación de competencias en educación superior: Conceptos, principios y agentes. *Educación, 45*(2), 612–628. https://archivo.revistas.ucr.ac.cr//index.php/educacion/article/view/43444

Velasteguí, P. (2017). Plataformas virtuales y su impacto en la educación superior. *Explorador Digital, 1*(4), 5–21. https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/exploradordigital/article/view/318

ESTUDIO DE HABILIDADES BLANDAS CON FUTUROS INGENIEROS EN SITUACIÓN LABORAL

STUDY OF SOFT SKILLS WITH FUTURE ENGINEERS IN WORK SITUATION

M. D. J. Hernández Garza[1]
J. A. Castillo Elizondo[2]
A. Treviño Cubero[3]
J. L. Torres Garza[4]

RESUMEN

En décadas recientes se ha incorporado la formación de habilidades blandas en la formación de los futuros ingenieros, las Instituciones de Educación Superior (IES) las han incorporado al currículo de la ingeniería, reconociendo su importancia en el buen desempeño profesional de sus futuros egresados. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar las habilidades blandas en un análisis comparativo de género. La muestra se configuro por 465 estudiantes en situación de trabajo, 120 mujeres (25.8%) y 345 hombres (74.2%), de una IES del área de ingeniería ubicada en el Noreste de México. La investigación del tipo cuantitativa, con diseño no experimental, transversal y descriptiva. Se utilizó como instrumento el cuestionario Habilidades Blandas, tipo escala Likert de 7 puntos, se revisan 5 dimensiones en un total de 54 ítems. El alfa de cronbach del instrumento fluctúa en sus dimensiones la mínima α .721 y la más alta α .925. Los hallazgos indican diferencias significativas de genero a favor de las mujeres en 30 de los 54 indicadores y 9 indicadores a favor de los hombres.

ABSTRACT

In recent decades, soft skills training has been incorporated into the education of future engineers; Higher Education Institutions (HEI) have incorporated them into the engineering curriculum, recognizing their importance in the good professional performance of their future graduates. The objective of this research was to evaluate soft skills in a comparative gender analysis. The sample consisted of 465 working students, 120 women (25.8%) and 345 men (74.2%), from an engineering IES located in the Northeast of Mexico. The research was quantitative, with a non-experimental, cross-sectional and descriptive design. The Soft Skills questionnaire was used as an instrument, a 7 point Likert scale, with 5 dimensions in a total of 54 items. The cronbach's alpha of the instrument fluctuates in its dimensions the minimum α .721 and the highest α .925. The findings indicate significant gender differences in favor of women in 30 of the 54 indicators and 9 indicators in favor of men.

ANTECEDENTES

Planteamiento del problema

En décadas recientes se han incorporado las habilidades blandas a la formación de los futuros profesionistas como apoyo a su desempeño (Kyllonen, 2013). Los empleadores consideran que no solo las habilidades duras son requeridas para el desempeño profesional de los

[1]Coordinadora Administrativa de Gestión Académica y Administrativa de la Subdirección de Estudios de Posgrado. Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica maria.hernandezgza@uanl.edu.mx.
[2]Secretario Académico de la UANL. Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. jaime.castilloe@uanl.mx; jaime.castilloel@uanl.edu.mx.
[3]Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. arnulfo.trevinocb@uanl.edu.mx.
[4]Coordinador General de Servicios Escolares. Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. jose.torresgza@uanl.edu.mx.

ingenieros, enfatizando la necesidad de la formación en habilidades blandas como la empatía, la asertividad, liderazgo e inteligencia emocional (Gallo, 2020).

La tendencia en las IES señala Caeiro-Rodríguez et al. (2021) es integrar las habilidades blandas al currículo de la formación en ingeniería, considerándolas como el eje de su campo multidisciplinar. Por consiguiente, consideramos relevante el presente estudio, dada la aportación que se pretende desde la evaluación de las habilidades blandas con estudiantes de ingeniería en situación laboral, ya que se encuentran pocos estudios con estas características de muestra, lo que puede brindar una perspectiva poco investigada.

Objetivo general.
Evaluar las habilidades blandas en un análisis comparativo de diferencias significativas de género en estudiantes de ingeniería en situación laboral.

Preguntas de investigación.
p1. ¿Cuáles son las habilidades blandas fortalecidas de los estudiantes de ingeniería?
p2. ¿Cuáles son las habilidades blandas en área de oportunidad de los estudiantes de ingeniería?
p3. ¿Cuál género presenta diferencias significativas a favor, los hombres o las mujeres?

Contexto de investigación y Limitaciones.
El estudio fue realizado en una IES del área de Ingeniería en el Noreste de México. Limitación del estudio: alumnos en situación laboral (estudian y trabajan) inscritos en el semestre agosto a diciembre 2024; de los programas educativos (PE) Ingeniero Mecánico Administrador (36%), Ingeniero Administrador de Sistemas (32%), e Ingeniero en Tecnología de Software (18%), e Ingeniero en Mecatrónica (14%); de los últimos dos años de carrera (séptimo a décimo semestre).

Utilidad del estudio.
Dado la naturaleza del instrumento de reciente creación y su utilidad en la medición de las Habilidades blandas y el entorno de trabajo (HBET) en estudiantes de ingeniería, fue creado para su aplicación en este contexto.

METODOLOGÍA

La toma de decisiones para una vida segura y productiva señala la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO) que radica en el buen manejo de las habilidades blandas e incluyen las habilidades intra e interpersonales, y las psicosociales. En este sentido Karimova (2025), afirmo que el término “soft skills” se ha popularizado en el idioma ruso, es utilizado para distinguir características de la personalidad que guardan relación con el entorno social, siendo estas indispensables en el campo laboral. De acuerdo con Marin-Zapata et al. (2022), se carece de base tórica al hablar de habilidades blandas, y señalan la aportación que realizan a la mejora del modelo teórico que explica las relaciones entre los diferentes conceptos de habilidades blandas ligados al campo académico, organizacional y de desarrollo. Delgado- Cruz et al. (2018) consideran la colaboración una parte decisiva en la innovación organizacional.

Según Maya y Orellana (2016), los conocimientos del área técnica acreditados como hard skills (habilidades duras) son fundamentales, aun así, actualmente las habilidades blandas son requeridas por los empleadores. Schislyaeva y Saychenko (2022) reflexionan sobre la insuficiente formación de habilidades blandas que presentan los profesionistas y la necesidad de su incorporación al desempeño profesional. Molinar et al. (2024) han hecho énfasis en la constante revisión y ajuste de estrategias para la formación por parte de las IES en México.

Joakim et al. (2021) consideran la resiliencia ligada a los procesos de adaptación y a la organización. Barrón Torres y Sánchez Limón (2022) enfatiza el abordaje sobre la resiliencia, los elementos cognitivos y las relaciones interpersonales. Castro et al. (2022) señalan que el engagement (compromiso) es asociado a un estado mental positivo en la organización. Almeida y Morais (2023) refieren la preocupación de las IES por incorporar las habilidades blandas a los PE, en la actualidad han sido incorporadas en algunos programas, se puede decir que el número sigue siendo insuficiente. A este respecto, Zepeda-Hurtado et al. (2019) destacan generar estrategias en la formación de los perfiles de egreso que llevan a los estudiantes al desarrollo de habilidades blandas para el buen desempeño laboral.

Sreehari (2021) propone para un buen desempeño y crecimiento profesional las siguientes habilidades blandas: autoconciencia, inteligencia emocional, trabajo en equipo, la comunicación intercultural y la responsabilidad personal. Por su parte, Meza et al. (2024) enfatizan la formación de la autoeficacia como referente puntual de las competencias interpersonales en los futuros ingenieros. Sreehari (2021) afirma que los empleadores evalúan los conocimientos técnicos y las habilidades blandas para el empleo.

Schislyaeva y Saychenko (2022) en su estudio futurizan los requerimientos de habilidades blandas en el mercado laboral, y consideran existe una estrecha relación entre los objetivos de los individuos y la organización. La autoeficacia menciona Calicchio (2023) es abordada por Albert Bandura, quien le da origen desde la psicología social, considerando la resiliencia y autoeficacia, indispensables para afrontar los obstáculos.

Mayer et al. (1999) refiere que Thorndike, en 1920, utilizó el término inteligencia social para describir la habilidad de comprender y motivar a otras personas, aunque no fue tomado en cuenta por la comunidad científica, esto da origen a lo que hoy conocemos como inteligencia emocional desde la década de los ochenta. Los anteriores conceptos forman parte de las habilidades blandas requeridas en nuestros futuros profesionistas de la ingeniería.

Tipo de estudio

El estudio con enfoque cuantitativo, diseño no experimental y transversal, y nivel de investigación descriptiva.

Muestra.

La muestra es no probabilística y elegida por conveniencia, ubicada en una IES del área de ingeniería del Noreste de México. Al recopilar la data se eliminó el 60% (697) de data atípica debido a la heterogeneidad de la muestra original N=1162, se contemplaron once PE diferentes, quedando finalmente cuatro PE, que suministran una muestra N=465 estudiantes, 120 (25.8%) mujeres y 345 (74.2%) hombres, edad promedio 22 años, realizando prácticas

profesionales (40.9%) y trabajo formal (59.1%). desempeñándose principalmente en: industria maquiladora, y servicios en tecnología de información.

Instrumento

Se utilizó el instrumento Habilidades blandas y entorno de trabajo (HBET) de autoría Hernández-Garza (2024a), Hernández-Garza (2024b), y Hernández-Garza (2024c). El cuestionario es tipo escala Likert de siete puntos, donde uno significa "totalmente en desacuerdo" y siete "totalmente de acuerdo". Las definiciones operacionales se pueden ver en la Tabla 1. La validez de constructo fue revisada a través del Alfa de Cronbach (observar Tabla 2) mostrando niveles superiores a los aceptables. Se incluyó en el cuestionario el consentimiento informado, asegurando la confidencialidad de los datos, y su uso solo con fines de estudio estadístico y académico.

Tabla 1. *Definiciones de conceptos de habilidades blandas.*

Dimensiones (variables independientes)	Definición	Ítems
1. Autoeficacia	Confianza en la capacidad para hacer frente a los retos y lograr los objetivos.	10
2. Inteligencia emocional	Conocimiento y manejo adecuado de las emociones en el ámbito intrapersonal e interpersonal.	11
3.Resiliencia	Relacionada con el capital social, hace posible la recuperación ante una situación de crisis, apoyando la visión hacia la continuidad de objetivos de la organización y los propios, y el buen ambiente de trabajo y familiar.	10
4.Compromiso	4.1 Vigor. Grado de en energía física y mental para resolver situaciones.	5
	4.2 Dedicación. Enfoque e inspiración en las actividades, objetivos y metas de su puesto y la organización.	4
	4.3 Absorción. Nivel de involucramiento, concentración y felicidad en la tarea a tal grado que no siente el tiempo pasar.	5
5. Colaboración	Estimula las mejoras en equipo y facilita las estrategias de trabajo colaborativo.	9
Habilidades blandas (variable dependiente)	Relación práctica de forma empática que se da entre los valores, actitudes, inteligencia, habilidades interpersonales, y flexibilidad de pensamiento.	

Tabla 2. *Fiabilidad en alfa de cronbach Habilidades Blandas y Entorno de trabajo.*

Dimensión	Factor	Alfa de cronbach	No. de elementos	N
1. Autoeficacia		.925	10	465
2. Inteligencia emocional		.914	11	465
3.Resiliencia		.919	10	465
4.Compromiso	4.1 Vigor	.721	5	465
	4.2 Dedicación	.827	4	465
	4.3 Absorción	.807	5	465
5. Colaboración		.895	9	465
Alfa de Cronbach Global.		.962	54	465

Procedimiento

La aplicación del instrumento fue en forma aleatoria y participación voluntaria de los estudiantes, a través de un cuestionario en línea, documento de forms; contiene en la parte superior lo siguiente: consentimiento informado, instrucciones y datos sociodemográficos (edad, género, semestre, y carrera), finalmente los ítems. Una vez recuperada la data en Excel, se procedió a codificarlos y procesarlos para su análisis en SPSS versión 26.

RESULTADOS

Los resultados mostraron en los análisis descriptivos de las diferencias significativas de género en sus Dimensiones: Autoeficacia, Inteligencia emocional, Resiliencia, Compromiso, y Colaboración. En la Tabla 3, se pueden observar diferencias significativas en comparativa de género de la dimensión Inteligencia Emocional (conciencia de sí mismo), donde p>0.05, mostrando ocho de los once indicadores a favor de las mujeres, un indicador a favor de los hombres y un indicador sin diferencia significativa. Todas las sentencias son positivas.

Tabla 3. *Análisis descriptivo Prueba t, diferencias significativas de género. D3. Inteligencia emocional (conciencia de sí mismo).*

Ítems	Sexo.	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
IE1. Al emitir una crítica lo hago con diplomacia.	**Femenino**	**120**	**5.31**	1.533	.140
	Masculino	345	5.16	1.552	.084
IE2. Aprecio el valor de las personas.	**Femenino**	**120**	**5.96**	1.191	.109
	Masculino	345	5.72	1.175	.063
IE3. Me agrada escuchar la opinión de los demás.	**Femenino**	**120**	**5.62**	1.403	.128
	Masculino	345	5.48	1.232	.066
IE4. Respeto la opinión de los demás, aunque no la comparta.	**Femenino**	**120**	**5.83**	1.324	.121
	Masculino	345	5.72	1.239	.067
IE5. Soy agradecido.	**Femenino**	**120**	**5.88**	1.306	.119
	Masculino	345	5.81	1.303	.070
IE6. Veo el lado positivo de las cosas.	Femenino	120	5.33	1.626	.148
	Masculino	**345**	**5.49**	1.349	.073
IE7. Se poner límites.	Femenino	120	5.27	1.586	.145
	Masculino	345	5.23	1.388	.075
IE8. Expreso mis sentimientos.	**Femenino**	**120**	**5.05**	1.690	.154
	Masculino	345	4.98	1.461	.079
IE9. Busco equilibrar mi tiempo.	**Femenino**	**120**	**5.39**	1.502	.137
	Masculino	345	5.35	1.433	.077
IE10. Puedo identificar mis sentimientos.	Femenino	120	5.26	1.531	.140
	Masculino	345	5.28	1.326	.071
IE11. Puedo identificar los sentimientos de los demás.	**Femenino**	**120**	**5.19**	1.343	.123
	Masculino	345	5.09	1.420	.076

Las diferencias significativas de género de la dimensión resiliencia se observan en la Tabla 4, mostrando cinco de los diez indicadores a favor de las mujeres, donde p>0.05, tres indicadores a favor de los hombres y dos indicadores no muestra diferencia significativa de género. Todas las sentencias positivas.

Tabla 4. *Análisis descriptivo Prueba t, diferencias significativas de género variable resiliencia.*

Ítems	Sexo.	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
R1. Tengo confianza en mis decisiones.	Femenino	120	5.19	1.485	.136
	Masculino	345	5.21	1.537	.083
R2. No importa lo que pase todo tiene solución	Femenino	120	5.48	1.216	.111
	Masculino	**345**	**5.60**	1.209	.065
R3. Aún en situaciones difíciles encuentro apoyo.	**Femenino**	**120**	**5.66**	1.119	.102
	Masculino	345	5.50	1.211	.065
R4. Los fracasos los veo como aprendizajes.	Femenino	120	5.63	1.341	.122
	Masculino	**345**	**5.70**	1.208	.065
R5. Tengo esperanza en lo que está por llegar.	**Femenino**	**120**	**5.66**	1.325	.121
	Masculino	345	5.58	1.276	.069
R6. Puedo afrontar cualquier situación.	**Femenino**	**120**	**5.59**	1.247	.114
	Masculino	345	5.52	1.285	.069
R7. Soy consciente de que mis acciones construyen mis logros o fracasos.	Femenino	120	5.73	1.372	.125
	Masculino	345	5.71	1.277	.069
R8. Aunque no tuviera a nadie, sé que saldría adelante.	Femenino	120	5.28	1.298	.118
	Masculino	**345**	**5.41**	1.347	.072
R9. Me gusta ser como el bambú, flexible ante la adversidad.	**Femenino**	**120**	**5.77**	1.200	.110
	Masculino	345	5.51	1.283	.069
R10. Es importante cuidar de mí mismo.	**Femenino**	**120**	**6.02**	1.250	.114
	Masculino	345	5.83	1.420	.076

Las diferencias significativas de género de la dimensión Compromiso en su Factor 1 Vigor, podemos observar en la Tabla 5, que muestra uno de los cinco indicadores a favor de los hombres, donde $p>0.05$, un indicador a favor de las mujeres, y en tres indicadores no se muestran diferencias significativas de género. Todas las sentencias positivas.

Tabla 5. *Análisis descriptivo Prueba t, diferencias significativas de género, Dimensión Compromiso, en su Factor 1. Vigor.*

Ítems	Sexo.	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
CV1. Me gusta el trabajo donde puedo moverme.	Femenino	120	5.43	1.586	.145
	Masculino	**345**	**5.51**	1.521	.082
CV2. Me siento lleno de energía.	**Femenino**	**120**	**5.29**	1.417	.129
	Masculino	345	5.15	1.351	.073
CV3. Hablo rápidamente	Femenino	120	5.12	1.317	.120
	Masculino	345	5.14	1.343	.072
CV4. Soy incansable	Femenino	120	4.48	1.384	.126
	Masculino	345	4.51	1.523	.082
CV5. Me agrada levantarme temprano e ir a mi trabajo y/o estudios.	Femenino	120	4.82	1.566	.143
	Masculino	345	4.78	1.517	.082

Las diferencias significativas de género de la dimensión Compromiso en su Factor 2. Dedicación, se puede ver en la Tabla 6, muestra el total de los indicadores (cuatro) a favor de las mujeres, p>0.05. Todas las sentencias son positivas.

Tabla 6. *Análisis descriptivo Prueba t, diferencias significativas de género, Dimensión Compromiso, en su Factor 2. Dedicación.*

Ítems	Sexo.	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
CD6. Me entusiasma estudiar y/o trabajar.	**Femenino**	**120**	**5.33**	1.317	.120
	Masculino	345	5.26	1.353	.073
CD7. Estudiar y/o trabajar me inspira.	**Femenino**	**120**	**5.62**	1.251	.114
	Masculino	345	5.31	1.366	.074
CD8. Me agrada cumplir con lo que se me asigna.	**Femenino**	**120**	**5.73**	1.069	.098
	Masculino	345	5.61	1.265	.068
CD9. Estoy orgulloso del trabajo que hago.	**Femenino**	**120**	**5.55**	1.413	.129
	Masculino	345	5.48	1.312	.071

Las diferencias significativas de género de la dimensión Compromiso en su Factor 3. Absorción, se puede observar en la Tabla 7, dos indicadores de cinco se muestran a favor de las mujeres y dos a favor de los hombres, uno no presenta diferencias significativas de género. p>0.05. Todas las sentencias son positivas.

Tabla 7. *Análisis descriptivo Prueba t, diferencias significativas de género, Dimensión Compromiso, en su Factor 3. Absorción.*

Ítems	Sexo.	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
CA10. Soy feliz con mi trabajo y/o estudio.	**Femenino**	**120**	**5.54**	1.334	.122
	Masculino	345	5.36	1.357	.073
CA11. El tiempo vuela cuando estoy trabajando y/o estudiando.	Femenino	120	5.32	1.378	.126
	Masculino	**345**	**5.39**	1.383	.074
CA12. Cuando estoy trabajando olvido todo lo que ocurre alrededor de mí.	**Femenino**	**120**	**5.23**	1.308	.119
	Masculino	345	5.11	1.409	.076
CA13. Mi trabajo y/o estudio es retador.	Femenino	120	5.24	1.472	.134
	Masculino	**345**	**5.38**	1.291	.069
CA14. Disfruto tanto que me cuesta desconectarme de mi trabajo y/o estudio.	Femenino	120	4.82	1.598	.146
	Masculino	345	4.81	1.704	.092

Las diferencias significativas de género de la dimensión Colaboración, se puede ver en la Tabla 8, muestra el total de los indicadores (nueve) dos indicadores a favor de las mujeres y dos a favor de los hombres, p>0.05, en cinco indicadores no se observan diferencias significativas de género, siete indicadores son positivos y dos negativos.

Tabla 9. *Análisis descriptivo Prueba t, diferencias significativas de género, Dimensión Colaboración.*

Ítems	Sexo.	N	Media	Desviación	Desv. Error promedio
COL1. Los proyectos compartidos mejoran los resultados	Femenino	120	5.44	1.511	.138
	Masculino	**345**	**5.49**	1.404	.076
COL2. Oriento mi trabajo a cumplir los objetivos en equipo	Femenino	120	5.77	1.214	.111
	Masculino	345	5.78	1.081	.058
COL3. Aprecio las acciones de cada integrante del equipo.	Femenino	120	5.75	1.380	.126
	Masculino	345	5.79	1.290	.069
COL4. Me siento parte del equipo de trabajo.	Femenino	120	5.66	1.387	.127
	Masculino	345	5.69	1.278	.069
COL5. Me agrada solucionar lo que se presente.	Femenino	120	5.74	1.240	.113
	Masculino	**345**	**5.79**	1.227	.066
COL6. Me agrada compartir mis conocimientos.	**Femenino**	**120**	**5.90**	1.239	.113
	Masculino	345	5.79	1.173	.063
COL7. Cuando se me solicita información sobre mi trabajo o estudios lo hago con gusto.	Femenino	120	5.77	1.320	.121
	Masculino	345	5.81	1.228	.066
COL8. El esfuerzo hacia la meta no siempre es recompensado (-)	**Femenino**	**120**	**5.43**	1.389	.127
	Masculino	345	5.37	1.392	.075
COL9. Las presiones son una constante en mi equipo (-)	Femenino	120	5.24	1.539	.141
	Masculino	345	5.26	1.419	.076

CONCLUSIONES

Las habilidades blandas son un complemento con las habilidades duras para el éxito del desempeño profesional de los futuros ingenieros y resultan esenciales en el entorno laboral para la colaboración, la gestión, y el servicio. En cuanto a la primera pregunta de investigación ¿Cuáles son las habilidades blandas fortalecidas de los estudiantes de ingeniería?, los resultados indicaron que las habilidades blandas evaluadas se encontraron fortalecidas en su totalidad, ya que su nivel se observó por arriba de la media, fluctuó entre $\bar{X}$ 5.21 y 5.67, en una categorización de siete puntos, se representó en los diferentes factores con los siguientes valores: colaboración $\bar{X}$ 5.67, resiliencia $\bar{X}$ 5.57, autoeficacia $\bar{X}$ 5.47, inteligencia emocional $\bar{X}$ 5.41, y compromiso $\bar{X}$ 5.21.

Con respecto a la segunda pregunta de investigación ¿Cuáles son las habilidades blandas en área de oportunidad de los estudiantes de ingeniería?, en los resultados se observó que el área de oportunidad sugiere potencializar los resultados positivos encontrados.

Referente a la tercera pregunta de investigación ¿Cuál género presenta diferencias significativas a favor, los hombres o las mujeres? los hallazgos al evaluar las habilidades blandas en un análisis comparativo de diferencias significativas de género en los estudiantes de ingeniería, mostraron la existencia de diferencias significativas a favor de las mujeres en 30 de los 54 ítems revisados, en los hombres las diferencias significativas se observaron en 9 ítems, y sin diferencia significativa en 16 ítems. Lo que destacó un mayor desarrollo de las habilidades blandas por parte de las mujeres. Aunque como ya se mencionó en las mujeres

se encuentran las diferencias significativas >.05 más favorables, es importante destacar que en los hombres no se presentaron indicadores por debajo de la media.

Los resultados concluyen la existencia de una relación positiva entre las variables de estudio. Se sugiere seguir trabajando en la formación de habilidades blandas y monitorear su desarrollo con evaluaciones periódicas e implementar estrategias que las (IES) pueden desarrollar en situaciones grupales de congresos o en los PE de los estudiantes, para un mejor desempeño profesional al egreso de los futuros ingenieros. Por otro lado, el instrumento diseñado de reciente creación y utilizado para este contexto resulta de gran utilidad debido a que no existen de esta naturaleza en México, al menos en el campo específico de estudiante de ingeniería. Se recomienda seguir utilizando en otros estudios y realizar AFE y AFC.

BIBLIOGRAFIA

Barrón Torres, J. G., & Sánchez Limón, M. L. (2022). Resiliencia organizacional: Una revisión teórica de literatura. *Estudios Gerenciales, 38*(163), 235–249. https://doi.org/10.18046/j.estger.2022.163.4912

Caeiro-Rodríguez, M., Manso-Vázquez, M., Mikic-Fonte, F. A., Llamas-Nistal, M., Fernández-Iglesias, M. J., Tsalapatas, H., & Sørensen, L. T. (2021). Teaching soft skills in engineering education: A European perspective. *IEEE Access, 9*, 29222–29242. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3058639

Delgado-Cruz, A., Vargas-Martínez, E. E., Rodríguez-Torres, F., & Montes-Hincapié, J. M. (2018). Estructura organizacional, capital humano y redes de colaboración: Determinantes de la capacidad de innovación en restaurantes. *AD-minister*, (32), 5–28. https://doi.org/10.17230/ad-minister.32.1

Hernández Molinar, R. I., Oviedo Tolentino, F., Arellano González, J. C., & Saiz Juárez, E. (2024). La globalización y la educación en ingeniería en México. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*, 260. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/957

Joakim, E. P., Mortsch, L., & Oulahen, G. (2021). Using vulnerability and resilience concepts to advance climate change adaptation. En *Environmental hazards and resilience* (pp. 13–31). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003171430-1

Kyllonen, P. C. (2013). Soft skills for the workplace. *Change, 45*(6), 16–23. https://doi.org/10.1080/00091383.2013.841516

Marin-Zapata, S. I., Román-Calderón, J. P., Robledo-Ardila, C., & Jaramillo-Serna, M. A. (2022). Soft skills, do we know what we are talking about? *Review of Managerial Science, 16*(4), 969–1000. https://doi.org/10.1007/s11846-021-00474-9

Maya, M. T., & Orellana, B. S. (2016). Desarrollo de *soft skills*: Una alternativa a la escasez de talento humano. *INNOVA Research Journal, 1*(12), 59–76. https://doi.org/10.33890/innova.v1.n12.2016.81

Meza, A. C. G., Hernández Fimbres, B., Tánori Quintana, J., & Hernández Gámez, F. J. (2024). Relación entre las competencias interpersonales y la autoeficacia para mejorar el desempeño de los ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 16*, 29. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/934

Patiño Castro, L., Arana Medina, C. M., Zapata Arismendy, D. M., Patiño Madrid, J. H., Rodríguez González, O., & Cárdenas Niño, L. (2022). El constructo del *engagement* en Colombia: Una revisión teórica. *Ciencia y Academia*, (3). https://doi.org/10.21501/2744838X.4489

Rojas Gallo, R. (2020). Habilidades blandas en estudiantes de ingeniería: Un estudio comparativo. *Revista IECOS, 21*(1), 71–87. https://revistas.uni.edu.pe/index.php/iecos/article/view/1071?

Schislyaeva, E. R., & Saychenko, O. A. (2022). Labor market soft skills in the context of digitalization of the economy. *Social Sciences, 11*(3), 91. https://doi.org/10.3390/socsci11030091

Sreehari, P. (2021). Essential soft skills for workplace success. *Revista GEINTEC, 11*(4), 2648–2654. https://revistageintec.net/old/wp-content/uploads/2022/03/2306.pdf

UNESCO, & Indian National Commission for Co-operation with UNESCO. (2001). *Life skills in non-formal education: A review*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000126057

Zepeda-Hurtado, M. E., Cardoso-Espinosa, E. O., & Rey-Benguría, C. (2019). El desarrollo de habilidades blandas en la formación de ingenieros. *Científica, 23*(1), 61–67. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61458265007

AUTOEVALUACIÓN DE HABILIDADES DE INVESTIGACIÓN EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA EN EDUCACIÓN SUPERIOR Y POSGRADO

SELF-ASSESSMENT OF RESEARCH COMPETENCES IN ENGINEERING PROGRAMS IN HIGHER AND POSTGRADUATE EDUCATION

L. R. Morales Juárez[1]
V. Flores Flores[2]
V. Machorro Sánchez[3]
B. Pérez Rojas[4]

RESUMEN

Esta investigación se desarrolla bajo un enfoque no experimental, transeccional, instrumental, descriptivo y correlacional, para tener un acercamiento fehaciente a las habilidades de investigación en la población reciente de alumnos de las ingenierías y la maestría en ingeniería. La información se obtuvo por medio de la autoevaluación al aplicar a 253 alumnos de ingeniería y 18 de maestría, un instrumento de 36 reactivos con escala de Likert que evalúa los 7 dominios establecidos por Chávez-Ayala et al. (2023). Los alumnos de maestría presentaron un 25% más que los de licenciatura para la escala de alto, ambos evaluaron mejor las habilidades blandas; el dominio exploratorio presenta evaluación de bajo en ambos casos para la búsqueda y organización de la información, se identifican evaluaciones bajas en los alumnos de licenciatura para manejo de software estadístico. El análisis de ANOVA indica que, solo en 3 de 7 programas no existen diferencias significativas para la escala evaluada con mayor frecuencia, lo que puede indicar una baja homogeneidad en la materia de fundamentos de investigación, los dominios de las habilidades de investigación presentaron diferencias significativas, esto hace necesario reforzar el dominio exploratorio y el uso de software estadístico. Los resultados, identifican las áreas a atender para mejorar las capacidades de investigación de los alumnos, lo que impactará en su desarrollo profesional al contar con las herramientas necesarias para su inserción en el ámbito laboral o en la investigación.

ABSTRACT

This research is conducted under a non-experimental, cross-sectional, instrumental, descriptive, and correlational approach to gain an accurate understanding of research skills among recent students of engineering and the master's program in engineering. The data was obtained through self-assessment by applying a 36-item Likert-scale instrument to 253 engineering undergraduate students and 18 master's students, evaluating the seven domains established by Chávez-Ayala et al. (2023). Master's students scored 25% higher than undergraduates in the high-scale category, with both groups rating soft skills more favorably. The exploratory domain showed low scores in both groups regarding information search and organization, while undergraduate students also exhibited low ratings in statistical software proficiency. ANOVA analysis indicated that only in three out of seven programs were there no significant differences in the most frequently evaluated scale, suggesting a lack of homogeneity in the fundamentals of research courses. The research skill domains showed significant differences, highlighting the need to strengthen the exploratory domain and the use of statistical software. The results identify key areas that need to be addressed to improve students' research capabilities, which will positively impact their professional development by providing them with the necessary tools for their integration into the workforce or research field.

[1]Coordinador de la Maestría en Ingeniería. TecNM/ITPuebla. ricardo.morales@puebla.tecnm.mx
[2]Docente Departamento de ciencias económico-administrativas. TecNM/ITPuebla. josevictor.flores@ puebla.tecnm.mx
[3]Docente del Departamento de Ciencias Básicas. TecNM/ITPuebla. veronica.machorro@ puebla.tecnm.mx
[4]Docente Departamento de Sistemas y Computación. TecNM/ITPuebla. beatriz.perez@ puebla.tecnm.mx

ANTECEDENTES

Marco referencial

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) para el ciclo escolar 2023 – 2024 registró un total de 562,329 alumnos en licenciatura y 6347 en posgrado (Tecnológico Nacional de México [TecNM], 2025), los registros reportados dan margen de la cobertura educativa de la institución ubicándola como la Institución de Educación Superior (IES) tecnológica más grande de México y América Latina (Tecnológico Nacional de México [TecNM], 2021 b), formando cada año al 41% de los ingenieros del país (Tecnológico Nacional de México [TecNM], 2021ª).

El TecNM está conformado por 254 unidades académicas (TecNM, 2025), una de estas es el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP) ubicada en el Municipio de Puebla, donde se imparten ocho programas académicos de ingeniería y uno de licenciatura así como dos de maestría

El programa de la Maestría en Ingeniería (MI) se imparte en el ITP desde el año 2008, corresponde a una maestría profesionalizante, a la fecha cuenta con 70 egresados titulados, presentando en promedio un índice de titulación del 74 % con respecto a la matrícula de ingreso en el periodo señalado. Para los tres últimos cortes generacionales (2019 – 2021, 2020 – 2022, 2021 – 2023), esté índice se encuentra por abajo del 50%, dentro de los tiempos estipulados en los programas como se señala en la Tabla 1, cabe mencionar que el 74% de los alumnos que ingresan a este programa provienen de la misma institución. Por lo que respecta a los programas de ingeniería, la matrícula de alumnos reinscritos a segundo semestre en el semestre enero junio 2025 fue de 1030 personas y de la MI 18 estudiantes.

Tabla 1. *Alumnos de nuevo ingreso y titulados periodo 2020 – 2024 Maestría en Ingeniería.*

Generación	Ingreso	Titulados		Institución de origen	
		Número	%	ITP	otras
2020 - 2022	4	1	25	3	1
2021 - 2023	5	3	60	3	2
2022 - 2024	10	4	40	8	2

En la experiencia en el posgrado de la MI en el quehacer diario, además de los datos mostrados, deja ver que los aspirantes presentan vacíos para realizar los trabajos de investigación, retrasando los tiempos e incluso generando el abandono de su proceso académico.

Marco teórico

La globalidad y los rápidos y constantes avances en los diferentes ámbitos de necesidades para el desarrollo humano, así como las consecuencias que a la par acompañan a estos procesos que rigen el nuevo orden mundial, requieren de líderes con capacidad reflexiva y pensamiento crítico (Rivera et al., 2024; Márquez-Specia et al., 2019), por lo que las competencias investigativas en los estudiantes universitarios son necesarias para que el futuro profesional pueda desarrollarse óptimamente en el campo laboral y permita la contribución en la sociedad (Vilcapoma, 2022), mismos que, además de los conocimientos técnicos deberán estar capacitados para desarrollar relaciones adecuadas, es decir que aunado

a una rigurosa y eficaz preparación en los saberes científicos, se complementen con las habilidades interpersonales.

Como establece el (World Economic Forum [WEF], 2020) en su informe Future of Jobs, en un mercado laboral en constante evolución, las habilidades blandas son esenciales para adaptarse a los cambios y enfrentar desafíos complejos, ya que en la actualidad se considera necesario por los empleadores al evaluar candidatos para puestos de trabajo, entre otros aspectos la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, liderazgo y resolución de problemas (Zamora et al., 2024).

Atendiendo al concepto de Díaz et al. (2019), las competencias investigativas se definen como el conjunto de capacidades, saberes y actitudes que habilitan a una persona para plantear problemas, recolectar y examinar datos, y producir nuevo conocimiento mediante métodos científicos, y las habilidades blandas son un conjunto de competencias relacionadas con la forma en que las personas interactúan, se comunican y se relacionan con los demás, (Zambrano Chamba et al., 2023) así como hacer frente a diferentes situaciones reaccionando de manera adecuada.

Investigaciones precedentes han demostrado que en diversas universidades las Habilidades de Investigación (HI) no se incorporan de manera adecuada en los currículos de ingeniería, originando carencias en la habilidad para analizar y solucionar problemas de los graduados (Viteri Briones et al., 2020). Estudios como el desarrollado por Chavéz-Ayala et al. (2023) indican que después de aplicar el instrumento de medición a una muestra de 1682 estudiantes de tres diferentes universidades de Piura, Perú, se encontró que el nivel de las HI de los universitarios es bajo.

Objetivos.

Objetivo general

Determinar mediante la autoevaluación el desarrollo de las competencias de investigación en los estudiantes de educación superior en Ingeniería y en la Maestría en Ingeniería (MI) en el ITP.

Objetivos específicos

- Aplicar un instrumento de medición que permita conocer las HI en sus ejes principales.
- Identificar las principales fortalezas y debilidades en las HI de los estudiantes.
- Establecer el nivel de correspondencia de las HI presentadas entre los niveles académicos evaluados.
- Proponer estrategias para mejorar la enseñanza de la investigación

Justificación

Como se ha mencionado los índices de titulación en la MI en los últimos periodos se vieron disminuidos y aunque la causa puede obedecer a diferentes factores, el quehacer de la institución no puede apartarse de esta realidad, por lo que resulta necesario conocer cuál es el estado que guardan las HI de los estudiantes en la institución.

Los programas de estudio de las ingenierías en su retícula consideran en el primer semestre la materia de Fundamentos de Investigación, bajo la premisa de que en los semestres subsecuentes las habilidades de investigación se fortalecerán, y en consecuencia después del quinto semestre se ubican las materias de Taller de Investigación I y II, donde el alumno con las herramientas adquiridas desarrolla estos procesos en forma, de tal suerte que al ingresar a su residencia profesional cuente con los elementos suficientes y necesarios para insertarse en los centros de trabajo de manera efectiva y más aún en las unidades académicas de posgrado.

Sin embargo, se presume que los procesos de desarrollo de las habilidades y capacidades de investigación en los alumnos egresados de ingeniería se han visto disminuidas en el proceso de enseñanza aprendizaje, al quedar validadas por procesos de certificación de calidad o por el proceso académico en sí, lo que afecta el desarrollo de las competencias necesarias para la actividad de investigación.

Ante esto, es necesario conocer el nivel que guardan las HI de los alumnos de licenciatura y de posgrado a fin de implementar durante la capacitación de los alumnos estrategias que permitan la investigación formativa y el pensamiento crítico, para desarrollar y mejorar sus habilidades al respecto e impactar en sus posibilidades de inserción social, atendiendo a lo solicitado en los tiempos actuales para desarrollarse laboral y académicamente.

Por otra parte, después de la revisión de 101 publicaciones sobre competencias investigativas en América Latina, del periodo 2008 – 2019, Arzuaga et al. (2023) comentan que las principales contribuciones se centran en el campo de la salud, educación e ingeniería con un mayor número de trabajos en Cuba y Colombia, resaltando que solo un 2.9% evalúan la formación científica investigativa y la enseñanza de la investigación, por lo que este trabajo aportará datos que aún no han sido explorados en la institución y contribuirá a la construcción del conocimiento.

Alcance y limitaciones

Este trabajo tiene como alcance la matrícula de 740 alumnos de las carreras de ingeniería, inscritos al segundo semestre en el periodo enero - junio 2025, y los alumnos de las generaciones 2021, 2022 y 2023 de la MI; por ser un proyecto de interés de la institución y enmarcarse en la investigación educativa no se tienen interferencias para su desarrollo.

METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación

Este trabajo de acuerdo con Hernández et al. (2014) se desarrolla con un diseño no experimental considerando que la variable de estudio no fue manipulada por el investigador y se precisa como una metodología transeccional ya que se realiza en un solo periodo de tiempo. Asimismo, el estudio fue instrumental, descriptivo simple dado a que se aplica un instrumento de evaluación y se describe la incidencia de la variable en una población en particular (Hernández et al., 2014) y al buscar las relaciones entre los resultados, se circunscribe a la investigación correlacional (Torres, 2006), definiéndose bajo un enfoque No experimental, transeccional, instrumental, descriptivo y correlacional.

Población y muestra

En el caso de las carreras de ingeniería se toma para análisis la población de estudiantes inscritos a segundo semestre en el periodo enero junio de 2025, ya que se considera que estos han cursado la materia de fundamentos de investigación, de estos se conforma la muestra calculada para poblaciones finitas; por lo que corresponde a la MI, debido al número total de sujetos, se determina que el ejercicio sea poblacional con los alumnos de las generaciones vigentes 2022, 2023, 2024, aunque se deja a la participación abierta y aleatoria en ambos casos de las ingenierías y el posgrado.

Instrumento de recolección de datos

Con el propósito de recolectar información fidedigna, se emplea la técnica de la encuesta y se selecciona entre seis instrumentos de medición identificados, el desarrollado por Chávez-Ayala et al. (2023) debido a que presenta un riguroso proceso de validación, confiabilidad y baremación y se corroboró su funcionalidad para estudiantes universitarios, al aplicarse a una muestra de 1682 estudiantes de tres universidades ubicadas en Piura.

El cuestionario seleccionado se revisa por seis docentes del ITP, dos de posgrado y 4 de licenciatura todos ellos con estudios de posgrado, avalando su uso y determinando complementarlo con seis reactivos que definieran las características generales de las personas, uno sobre las perspectivas de preparación a futuro; y 36 correspondientes a las HI que contemplan siete dominios y que consideran los aspectos de las habilidades técnicas y las habilidades blandas que se deben cubrir, mismas que se presentan en la Tabla 2.

La escala empleada es de Likert ordinal con tres opciones de respuesta. Para su aplicación se emplea un formulario habilitado en la plataforma Google Forms, informando a los participantes de la necesidad de la confiabilidad en sus respuestas, el uso y manejo de la información y la secrecía de esta.

Análisis e interpretación de datos

Los registros obtenidos mediante las encuestas se organizan empleando excell 2021 elaborando tablas y gráficos básicos, una vez ordenados los datos, se exportan al software MINITAB, para que mediante esta herramienta se realice su tratamiento y se determinen los parámetros estadísticos de tendencia central y dispersión, así como el análisis ANOVA con diseño de una vía y análisis de correlación basado en la regresión lineal, que de acuerdo con Lind et al. (2019) cuando se estudia la relación entre dos o más variables de escala de intervalo (o de razón) es usual comenzar con un diagrama de dispersión y predecir el supuesto de normalidad de los datos.

Tabla 2. *Categorías y habilidades evaluadas.*

Categoría	Número de reactivos	Enfoque de habilidades que atiende
Dominio exploratorio	8	Técnicas
Dominio tecnológico	4	Técnicas
Dominio metodológico	3	Técnicas
Dominio analítico e interpretativo	4	Técnicas
Dominio comunicativo a nivel de escritorio	6	Técnicas y blandas
Dominio comunicativo a nivel oral	7	Blandas
Dominio cooperativo	4	Blandas

RESULTADOS

Para el caso de la muestra de licenciatura y aplicando los procedimientos para su cálculo como una población finita (Aguilar-Barojas, 2005) se determinó que de los 740 alumnos de ingeniería inscritos a segundo semestre, el tamaño de la muestra requerido es de 246 elementos, considerando un nivel de confianza del 95% y un error estimado del 5%. Los registros válidos se ubicaron en 253 mostrados en la Figura 1, lo que hace que se cumpla el criterio. Por lo que corresponde a los alumnos de maestría se logró tener la información del 100% de las tres últimas generaciones.

El total de participantes de ingeniería ya ha cursado la materia de fundamentos de investigación, de los participantes el 73 % correspondió a hombres y el 27% a mujeres y para la MI solo el 15% correspondió a mujeres.

Figura 1. *Participación de las Ingenierías.*

En la Tabla 3 se muestran a manera de ejemplo el resumen los porcentajes obtenidos por los dos grupos de interés en el dominio exploratorio. Del análisis de los ocho dominios se determina que para las ingenierías la categoría media fue la que obtuvo mayor frecuencia de evaluaciones altas con un 69% y para la MI fue la escala alta con un 50%.

Tabla 3. *Porcentajes obtenidos en los reactivos de evaluación de HI dominio exploratorio.*

Nivel educativo	Ingenierías			MI		
Dominio	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Exploratorio						
1 Consultas libros, artículos u otros documentos de carácter científico	9	75	16	20	65	15
2 Empleas motores académicos de búsqueda	55	36	9	40	45	15
3 Visitas repositorios y bibliotecas especializadas	5	45	50	10	50	40
4 Utilizas la técnica de fichaje documental	3	40	57	10	35	55
5 Elaboras repositorios personalizados	49	47	4	15	40	45
6 Renuevas tu biblioteca con bibliografía actualizada	55	35	10	30	45	35
7 Analizas y valoras la calidad de todo texto que lees	38	55	7	60	40	0
8 verificas el respaldo científico de todo texto que lees	21	60	19	45	45	10

El dominio que presenta calificaciones bajas en ambos casos es el exploratorio, ya que el uso de la técnica de fichaje documental es de las habilidades que presentan porcentajes mayores para la calificación baja, y a su vez para las ingenierías el uso o visita de repositorios o bibliotecas especializadas guarda las mismas condiciones de bajo uso al tener la escala de bajo los mayores porcentajes. Se observa también que para la MI, el uso de repositorios se calificó en bajo al tener los mayores porcentajes y en contraposición con las ingenierías, ya que, para estas el aspecto evaluado obtuvo el mayor porcentaje en la escala de alto.

Para el dominio tecnológico resalta el aspecto de la presencia de problemas para la operación de software estadístico, ya que el 91% de los encuestados se evalúan entre alto y medio, por otra parte, se determina que para el uso de gestores bibliográficos en ambos casos el valor del mayor porcentaje se ubica en el valor medio, el valor es mayor para las ingenierías.

En el caso del dominio metodológico y el analítico e interpretativo los valores mayores de los porcentajes se encuentran entre la escala media y alta, aunque para las ingenierías se tienen valores de porcentajes más altos, lo que indica que los encuestados de este grupo presentan mayores habilidades que los de la MI.

En cuanto al dominio comunicativo a nivel escrito los encuestados de la MI indican que los valores de porcentajes mayores se ubican en la escala de alto, y para las ingenierías este aspecto se ubica en la escala de medio; resalta el valor del empleo de las normativas de APA, ya que los datos dejan ver mayores habilidades para los alumnos de las ingenierías, aunque para ambos el valor se ubicó en la escala de medio.

En el dominio comunicativo a nivel oral los alumnos de las ingenierías presentaron todos sus valores de porcentajes más altos en la escala de medio, no así para la MI que presenta valores de porcentajes mayores en la escala de alto en 3 de los 7 aspectos, para los cuatro restantes sus resultados se ubican en la escala media al igual que las ingenierías y con porcentajes muy

similares. El séptimo dominio considerado corresponde al cooperativo y se reportó en ambos casos en la escala de alto para los mayores porcentajes.

Para comenzar con el análisis se presentan en la Tabla 4 los valores de los indicadores estadísticos de las medias y desviaciones estándar de la baremación de los reactivos empleados para la medición de las HI aplicadas a las ingenierías.

Tabla 4. *Medias y Desviación estándar de las habilidades de investigación de las ingenierías.*

Factor	N	Media	Desv.Est	IC de 95%
Elec-medio	36	3.111	1.090	(1.275, 4.947)
Electro-medio	36	21.17	6.07	(19.33, 23.00)
Gest-medio	36	1.889	1.166	(0.053, 3.725)
Log-medio	36	5.361	2.167	(3.525, 7.197)
Tic-medio	36	44.44	9.99	(42.61, 46.28)
Ind-medio	36	16.583	4.455	(17.747, 18.420)
Mec-medio	36	32.56	7.44	(30.72, 34.39)

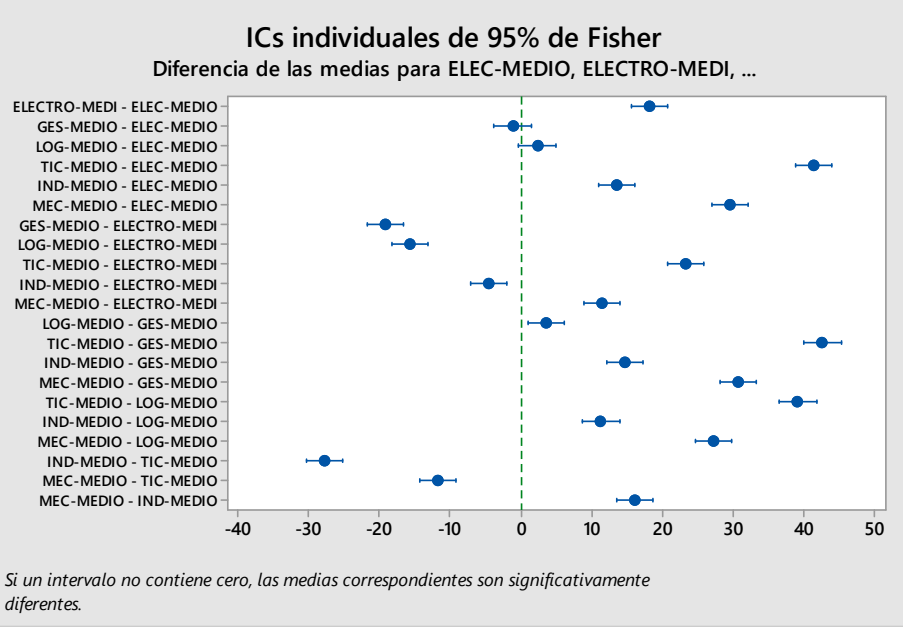
Para visualizar la relación de las HI entre las ingenierías considerando las escalas de bajo medio y alto, se aplica el análisis de varianza con un nivel de significancia del 0.05%, los resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. *Análisis de Varianza de las habilidades de investigación.*

Fuente	GL	SC Sec.	Contribución	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor p
Factor	6	16217	47.56%	16217	2702.83	37.04	0.00
Error	245	17878	52.44%	17878	72.97		
Total	251	34095	100.00%				

En la Figura 2 se presenta la gráfica de Fisher, donde se observa el comportamiento de los pares de medias para las ingenierías en escala de mayor frecuencia (media); se puede concluir que electricidad presenta una relación significativa con respecto a gestión empresarial y logística; para el caso de logística y gestión empresarial también las medias presentan correspondencia, aunque menos significativa, a pesar de que todos han cursado la materia de fundamentos de investigación.

Figura 2. *Gráfica de Fisher para baremación media.*



Al analizar los resultados de los dominios de las HI utilizando el método LSD de Fisher con un nivel de confianza de 95% y agrupadas las medias en parejas se obtienen para las ingenierías los resultados mostrados en la Figura 3, de los que se desprende un patrón general en el cual los estudiantes de ingeniería tienen un desempeño más fuerte en HI de nivel medio en comparación con los niveles alto y bajo. Esto sugiere que, aunque existe una base sólida en habilidades de investigación, hay una necesidad urgente de fomentar el desarrollo de habilidades avanzadas en investigación.

La variabilidad en las medias y desviaciones estándar también indica que hay un rango considerable en las habilidades de los estudiantes, lo que podría implicar que las estrategias educativas actuales no son uniformes en su eficacia.

Con respecto a los alumnos de la Maestría y bajo el mismo método de análisis, se encontró que el nivel con mayor media es el dominio cooperativo alto con 67.5, siendo significativamente superior a los demás niveles.

Figura 3. *Aplicación del método LSD de Fisher con 95% de confianza a Ingenierías.*

Factor	N	Media	Agrupación				
IDC-Aalto	4	62.50	A				
IDAI-Medio	4	62.50	A				
IDM-Medio	3	61.00	A				
IDCNO-Medio	7	57.57	A				
IDCNE-Medio	6	54.50	A				
IDT-Medio	4	53.75	A				
IDE-Medio	8	49.13	A	B			
IDC-Medio	4	34.00		B	C		
IDT-Alto	4	33.75		B	C		
IDCNE-Aalto	6	31.00			C		
IDE-Alto	8	29.38			C		
IDCNO-Aalto	7	24.29			C	D	
IDM-Aalto	3	23.33			C	D	E
IDE-Bajo	8	21.50			C	D	
IDAI-Bajo	4	20.50			C	D	E
IDCNO-Bajo	7	18.14			C	D	E
IDAI-Aalto	4	17.00			C	D	E
IDM-Bajo	3	15.67			C	D	E
IDCNE-Bajo	6	14.50				D	E
IDT-Bajo	4	12.50				D	E
IDC-Bajo	4	3.500					E

IDT Ingeniería Dominio Tecnológico
IDM Ingeniería Dominio Metodológico
IDAI Ingeniería Dominio Analítico e Interpretativo
IDCNE Ingeniería Dominio Comunicativo a nivel escrito
IDCNO Ingeniería Dominio Comunicativo a nivel oral
IDC Ingeniería Dominio cooperativo
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Por otro parte, el nivel alto del dominio comunicativo a nivel escrito y el nivel medio del dominio analítico e interpretativo son aproximadamente iguales y tienen habilidades investigativas relativamente altas. Sin embargo, el dominio cooperativo del nivel alto sigue siendo superior.

CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo ha permitido conocer el estado que guardan las HI en los alumnos de las ingenierías y la maestría en ingeniería, se concluye que es necesario reforzar lo correspondiente al dominio exploratorio en específico a lo que se refiere al uso de repositorios y bibliotecas especializadas, de técnicas de fichaje documental y elaboración y organización de bases de datos o repositorios personales.

Aunque para los alumnos de las ingenierías se reportan problemas en el uso de software estadístico se establece este resultado como previsible, al constatar que los alumnos aún no llevan esta materia, pero se identifica como un área de oportunidad; finalmente, aunque las calificaciones prevalecieron en la escala media, esto indica la necesidad de mejorar para que se logre estar en un nivel alto, por lo que en la maestría en ingeniería se ha implementado un taller de investigación como parte del curso propedéutico y se considera adecuado para ambos casos:

- Implementar programas de capacitación y talleres enfocados en elevar las habilidades en los niveles altos de investigación.
- Fomentar la colaboración entre estudiantes de diferentes niveles de habilidad para que aquellos con mayor experiencia puedan guiar a sus compañeros.

- Evaluar el currículo actual para identificar áreas donde se pueda mejorar la enseñanza de habilidades avanzadas en investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud Tabasco*, *11*(1-2), 333-338.

Arzuaga Ramírez, M., Cabrera Ramos, J. F., y Álvarez Álvarez, A., (2023). Competencias investigativas en educación superior en Latinoamérica: Análisis de publicaciones indexadas. *Revista Universidad y Sociedad*, *15*(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202023000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=en

Chávez-Ayala, C., Lucas-Poveda, H., Falquez-Jaramillo, J., y Farfán-Cordova, N. (2023). Construcción y validación de una escala de habilidades investigativas para universitarios. *Revista Innova Educación*, *5*(2), 62-78. https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.02.004

Díaz, E. M., Alonso, M. J., Bordallo, J., Cantabrana, B., y Hidalgo, A. (2019). Competencias de investigación en el Grado en Medicina en la universidad española. *FEM. Revista de la Fundación Educación Médica*, *22*(6), 279-286.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). Mc Graw Hill.

Lind, D., Marchal, Wi., y Wathen, S. (2019). *Estadística aplicada a los negocios y la economía* (17.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Márquez-Specia, M. N., Guerrero-García, J., y Rangel, Y. N. (2019). Desarrollo de las competencias investigativas: Una prioridad para la educación superior. *RD-ICUAP*. https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2019.14.387

Rivera, L., Moran, J., Díaz, N., y Puco, S. (2024). El rol de la investigación en la Educación Superior. *RECIAMUC*, *8*(2), 196-202.

Tecnológico Nacional de México. (2021a). *Estadísticas básicas*. TecNM. https://www.tecnm.mx/menu/estadistica/basica/TecNM_2021.pdf?a=1

Tecnológico Nacional de México. (2021b). *Ingresa TecNM a la Unión de Universidades de América Latina y el Caribe*. https://www.tecnm.mx/?vista=noticia&id=1241

Tecnológico Nacional de México. (2025). https://www.tecnm.mx/?vista=noticia&id=4555

Torres, C. (2006). *Metodología de la investigación: Para administración, economía, humanidades y ciencias sociales.* (3.ª ed.). Pearson educación.

Vilcapoma, K. (2022). *Competencias investigativas y la resolución de problemas en internos de la facultad de medicina en una universidad pública de Lima* [Cayetano Heredía]. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/13181/Competencias_VilcapomaRosas_Katty.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Viteri Briones, T., Cañizares Stay, A., Sarmiento Torres, I., Mendoza Avilés, H., Granados Romero, J., y Briones Kusactay, V. (2020). Desarrollo de habilidades investigativas en la formación profesional de la Universidad de Guayaquil. Conrado, 16(72), 74-82.

World Economic Forum. (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. World Economic Forum. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/

Zambrano Chamba, M., Vallejo Piza, G., y Tafur Méndez, F. (2023). Investigación: Habilidades blandas como complemento para la formación profesional de los estudiantes. *593 Digital Publisher CEIT*, *8*(3), 257-267.

Zamora, Á., Ávila, N., Esparza, M., y Cortés, M. (2024). Habilidades blandas en la formación de ingenieros industriales: Perspectivas desde el contexto académico y laboral. *Revista ANFEI digital*, 16, 420-428. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/973

EL IMPACTO DE LAS DOCENTES EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

THE IMPACT OF WOMEN TEACHERS ON ENGINEERING TEACHING

A. Hernández Rodríguez[1]
L. Andrade Macias[2]
R. I. Velázquez Pérez[3]
D. E. Espericueta González[4]

RESUMEN

Este documento presenta un estudio detallado sobre el impacto de la participación de las mujeres en la enseñanza de la Ingeniería, específicamente en el Área Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. La investigación se basa en la evaluación de las competencias docentes y compara los resultados obtenidos entre el total de docentes de la Facultad, los del área académica específica y las docentes mujeres en esta misma área. El propósito es destacar las experiencias y los resultados observados, evidenciando cómo la presencia femenina ha influido en la calidad educativa y el desarrollo de la ingeniería en dicha facultad.

ABSTRACT

This document presents a detailed study of the impact of women's participation in engineering teaching, specifically in the Mechanical and Electrical Engineering Department of the Faculty of Engineering at the Autonomous University of San Luis Potosí. The research is based on the evaluation of teaching competencies and compares the results obtained among the total faculty members in the Faculty, those in the specific academic area, and female faculty members in this same area. The purpose is to highlight the experiences and results observed, demonstrating how the presence of women has influenced the quality of education and the development of engineering at the Faculty.

ANTECEDENTES

Hoy en día las mujeres juegan un rol muy importante en actividades que hasta hace unos años era ocupado mayoritariamente por los hombres: la profesión de la Ingeniería. La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) afirma que, tan solo durante el ciclo escolar 2020-2021, de 924 mil inscritos en ingenierías, el 31% fueron mujeres. Lo anterior es un porcentaje bajo, sin embargo, es incremento en los últimos años, pues una década atrás, era apenas el 27% las mujeres inscritas en las escuelas y facultades de Ingeniería. (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior [ANUIES], 2022).

Si bien el número de ingenieras es menor en comparación con los ingenieros y en particular en áreas como la eléctrica y la mecánica, su participación ha sido fundamental para el desarrollo de la región, del país y del mundo, realizando importantes actividades en su campo de acción profesional y así como en el ámbito académico.

[1] Profesor Investigador y jefe del Área Mecánica y Eléctrica. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. aurelio.hernandez@uaslp.mx.
[2] Profesora Asignatura. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. lorena.andrade@uaslp.mx
[3] Técnico Académico. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. imelda.velazquez@uaslp.mx
[4] Profesora Investigadora y Coordinadora de la carrera de Ingeniería Mecánica Administrativa, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. despericueta@uaslp.mx

Hoy en día, es mayor el número de Ingenieras que se encuentran en las aulas de escuelas y facultades, impartiendo y compartiendo conocimientos en temas de las diferentes áreas de la ingeniería; muchas de ellas combinando sus actividades docentes con su amplia experiencia laboral en la actividad profesional, liderando sus propias asociaciones o empresas. (Huerta, 2023).

Desgraciadamente, existe la creencia de que algunas carreras tienen género. Es decir, se considera que solo hombres o mujeres pueden acceder a ellas. Lo cierto es que el talento y las aptitudes no se definen por el sexo de quien los tiene.

Con el paso del tiempo, son más las mujeres que han demostrado jugar un gran papel en el mundo de la ingeniería. Fue necesario derribar los estereotipos y paradigmas que han marcado la trayectoria de las mujeres en esta profesión.

La planta académica de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, (UASLP) está compuesta por 3535 docentes, de los cuales 1513 (42.8%) son mujeres y 2022 (57.2%) son hombres. (Universidad Autónoma de San Luis Potosí [UASLP], 2024).

En la Facultad de Ingeniería (FI), las cifras en la participación de las docentes son aún menores: 430 profesores en total, de los cuales 125 son mujeres (29%). En particular el Área Mecánica y Eléctrica (AME), donde se realiza el presente estudio los datos son los siguientes: total de docentes 137 de los cuales solo 36 son mujeres (24.8%).

El presente trabajo de estudio se obtiene a través de los resultados de la evaluación docente que se desarrolla en la FI de la UASLP. La FI ofrece catorce programas de nivel licenciatura en cinco áreas académicas. Específicamente en él AME, que es en donde se describen las acciones realizadas, se ofrecen cinco programas educativos: Ingeniería en Electricidad y Automatización (IEA), Ingeniería Mecánica (IM), Ingeniería Mecánica Administrativa (IMA), Ingeniería Mecánica y Eléctrica (IME) e Ingeniería en Mecatrónica (IMT).

La participación de las docentes en estos cinco programas educativos ha tenido un gran impacto en la formación de Ingenieros. A mediados de los años 80´s solo se contaba con 3 profesoras de tiempo completo y 2 de tiempo parcial en toda el AME. Actualmente se cuenta con una planta de 36 profesoras de las cuales solo 8 son Profesoras Investigadoras de Tiempo completo y 28 son de tiempo parcial por horas.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para realizar el presente trabajo se basa en los siguientes pasos, (Aragonés, 2019):

1. Establecer el Objetivo.
2. Identificación de datos.
3. Identificación de fuentes de datos.
4. Recopilación de la información.
5. Análisis de resultados
6. Conclusiones

Objetivo.
Analizar el impacto de las docentes en la enseñanza de la Ingeniería, en el Área Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Identificación de datos.
Una vez establecido el objetivo del estudio, se procede a revisar el conjunto de datos necesarios que se deben contar para poder realizarlo. Esto se logró identificar a partir de la evualuación docente semestral, donde las y los estudiantes evalúan y retroalimentan el desempeño de sus docentes, dicha encuesta esta a cargo de la Secretaría Académica de la UASLP. (Secretaría Académica UASLP [SAUASLP], 2024).

Identificación de fuentes de datos.
Esta encuesta es aplicada a nivel Universidad a todos los alumnos; por lo que es una herramienta propia, normalizada y estandarizada de uso general en todas las carreras que se ofrecen en la UASLP. El objetivo principal de la encuesta es la mejora de la docencia. Para ello, tanto la encuesta como otros instrumentos se utilizan para obtener información que permita detectar necesidades y áreas de mejora que pueden ser atendidas a través de estrategias de formación e innovación, llevadas a cabo tanto por los docentes en lo particular y promovidas de forma institucional.

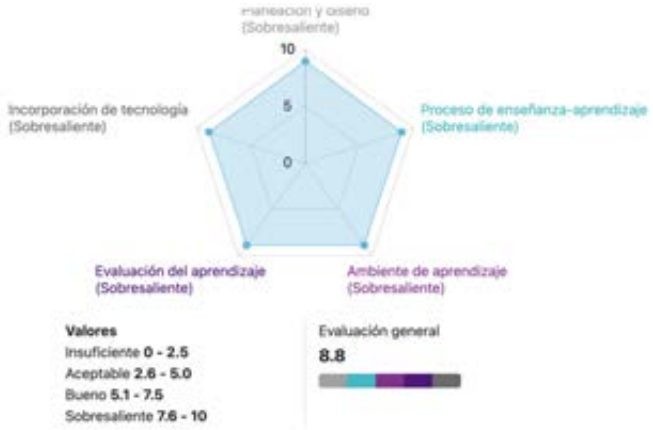
La encuesta de opinión de los estudiantes sobre el desempeño académico, evalúa 4 de las 6 competencias docentes del modelo educativo de la UASLP:

1. Reflexión e innovación docente
2. Planificación docente
3. Conducción de la enseñanza y aprendizaje
4. Evaluación del aprendizaje
5. Incorporación de tecnología
6. Colegiación e institucionalidad

Estas cuatro competencias son desempeños sobre los cuales los estudiantes pueden aportar una opinión. Para las otras dos existen otras herramientas que nos permiten medir sus resultados.

Los valores establecidos son los que se pueden observar en la Figura 1:

Figura 1. *Representación de resultados por competencia docente.*



Fuente: Evaluación docente UASLP

Cada competencia docente a su vez está dividida por indicadores, los cuales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. *Competencias Docentes del Profesor UASLP.*

COMPETENCIA DOCENTE	INDICADOR
Planeación y diseño	Conocimientos previos
	Objetivo de aprendizaje
	Preparación de clase
	Manejo de bibliografía
Conducción del aprendizaje. Proceso de enseñanza aprendizaje	Comprensión de contenidos
	Aplicación de los conocimientos
	Actividades de aprendizaje
	Explicación clara
	Aprendizaje autónomo
Ambiente de aprendizaje	Buen ambiente
	Promueve la colaboración
Evaluación del aprendizaje	Comunicación de la evaluación
	Retroalimentación
	Evaluación diversificada
	Resultados oportunos
Incorporación de la tecnología	Materiales diversos
	Comunicación TICs
	Búsqueda de la información

Recopilación de la información.

Una vez que se aplica la encuesta, los resultados de la misma son recopilados en un documento de Excel en donde se puede observar lo siguiente:

1. La evaluación general de competencias docentes
2. El registro personal de empleado
3. Nombre del docente
4. Número de alumnos atendidos por el profesor
5. Número de encuestas respondidas
6. Resultado de la evaluación de cada una de las cuatro competencias ya descritas con sus indicadores

RESULTADOS

Como ya se mencionó para poder medir el impacto de las docentes en la enseñanza de la ingeniería, los resultados están basados en la evaluación general de competencias docentes que aplica la UASLP a todos sus profesores.

Los datos y resultados son el promedio de los semestres 2022-2023/I, 2022-2023/II, 2023-2024/I, 2023/2024/II. Esta información es recopilada, presentada y proporcionada en su forma general por la Secretaría Académica de la UASLP, a los Jefes de Área y Coordinadores para su análisis y toma de decisiones.

Los y las docentes pueden consultar sus informes de resultados en todo momento y así reflexionar sobre cómo mejorar los procesos de formación y aprendizaje en sus cursos.

Los resultados obtenidos que se muestran a continuación están en el rango de excelentes de acuerdo a la escala definida anteriormente, más sin embargo no son suficientes para considerar que no se deben realizar procesos de mejora. Cabe resaltar que los resultados obtenidos para el total de los docentes de la FI son de 8.12 en base 10; mientras que para el total de docentes del AME es de 8.15 y el resultado general para la evaluación de las docentes del AME es de 8.27. de la Figura 2.

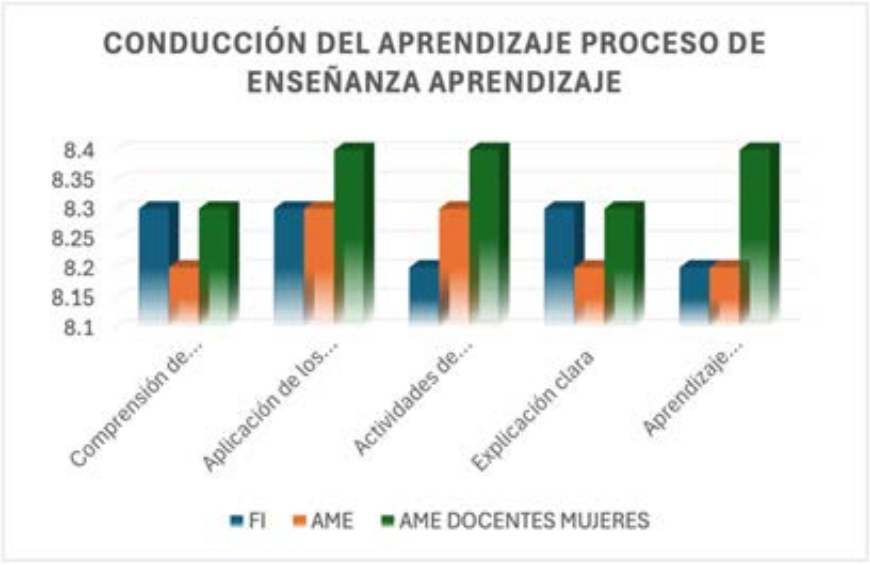
Figura 2. *Resultados generales.*

Para la competencia “Planeación y Diseño” los resultados nos muestran una clara ventaja en la docencia impartida por las docentes en los cinco indicadores, como se puede ver en la Figura 3.

Figura 3. *Resultados de la evaluación de la competencia planeación y diseño.*

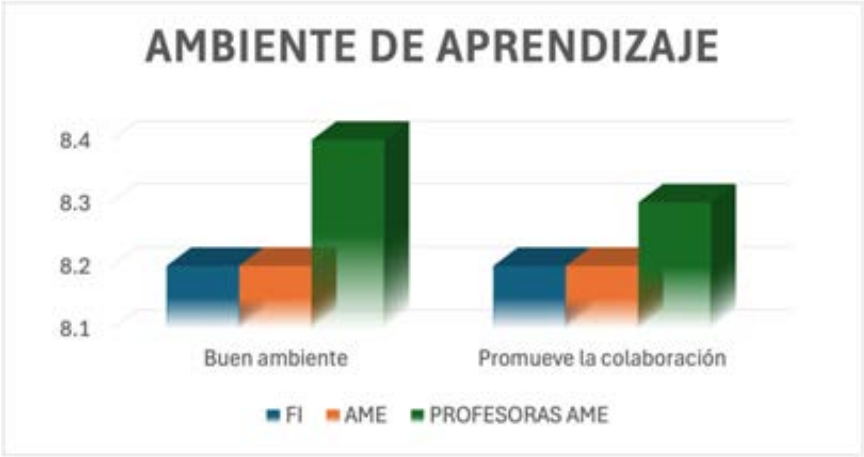
La Figura 4 nos muestra los resultados de la evaluación "Conducción del aprendizaje"; en estos, se vuelve a mostrar que los alumnos identifican en las docentes una fuerte habilidad para aplicar los conocimientos, de la mano de la realización de actividades que fortalecen el mismo y así como el desarrollo de actividades para el aprendizaje autónomo.

Figura 4. *Evaluación de la conducción del aprendizaje.*



Las docentes de acuerdo con la percepción de los alumnos promueven un buen ambiente de aprendizaje, también favorecen la colaboración entre los alumnos, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. *Ambiente de aprendizaje.*



Referente a la competencia docente "Evaluación del aprendizaje" los resultados se pueden observar en la Figura 6. En ellos se observa que tanto la comunicación de resultados, la retroalimentación, el proceso de evaluación y los resultados oportunos son una fortaleza en general de las docentes en el AME.

Figura 6. *Evaluación del aprendizaje.*

Por último, la Figura 7, nos muestra las habilidades y competencias para el uso e incorporación de la tecnología; como son el uso de materiales didácticos diversos, comunicación por medio de las TICs, y el uso de búsqueda de la información en diferentes medios confiables.

Figura 7. *Evaluación de uso de tecnología.*

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos que se muestran están en el rango de excelentes de acuerdo a la escala establecida. En todas las competencias docentes evaluadas, destacan las evaluaciones de las profesoras del AME. Sin embargo, no deseamos que sea un comparativo entre hombres y mujeres; sino más bien resaltar que la combinación de habilidades y conocimientos de las y los docentes del AME, han permitido que las generaciones de egresados sean altamente competentes en cada una de sus profesiones desde los primeros años de egreso.

Es necesario seguir desarrollando planes de mejora continua en temas como formación docente y capacitación. Hay que buscar como lograr balancear el número de profesores y profesoras, así como incrementar la contratación de profesoras investigadoras de tiempo completo.

Con estos resultados, se promueve la reflexión e innovación hacia la mejora de los procesos y resultados de aprendizaje con el fin de fortalecer la profesionalización docente. Permite a su vez planear rutas de formación y mejora de la docencia. Así como, para identificar la docencia con altos estándares de desempeño.

Uno de los retos es fortalecer los programas de difusión de carreras y los programas de divulgación de la ciencia entre las niñas y las jóvenes para motivarlas en estudiar estas profesiones. Siendo importante estimular su interés desde la educación primaria para que, cuando llegue el momento de decidir, no tengan dudas.

BIBLIOGRAFÍA

Aragonés, L., López, I., Gilart, V., Nieves, E., Sempere, M., Villacampa, E., Gómez-Rico, M., Vázquez, S., Nescolarde, J., & Montoyo, A. (2019). *Estudio sobre la situación de las mujeres en la ingeniería universitaria*. Instituto de la Mujer y para la Igualdad de Oportunidades. https://www.inmujeres.gob.es/publicacioneselectronicas/documentacion/Documentos/DE1763.pdf

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2024). *Anuario estadístico de educación superior 2022–2023*. https://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior

Huerta Mendoza, L. (2023, junio 21). *Las mujeres en la ingeniería*. UNAM Global Revista. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/las-mujeres-en-la-ingenieria/

Secretaría Académica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (2024). *Evaluación docente*. https://academica.uaslp.mx/evaluaciondocente/ (Sección en portal institucional: https://www.uaslp.mx/Secretaria-Academica/Paginas/Docentes/3689

Universidad Autónoma de San Luis Potosí. (2025). *Numeralia*. https://www.uaslp.mx/Paginas/Universidad/3047

PERSPECTIVAS UNIVERSITARIAS SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: RETOS, AVANCES Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS PROFESIONALES

UNIVERSITY PERSPECTIVES ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE: CHALLENGES, PROGRESS AND DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL SKILLS

E. G. Toriz García[1]
A. D. García García[2]
M. Aparicio Ponce[3]
J.M. Díaz Toriz[4]

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) se presenta como una tecnología poderosa con el potencial de transformar la educación, especialmente en la formación profesional de estudiantes universitarios. Este estudio tiene como objetivo analizar integralmente las perspectivas de estos estudiantes sobre el uso de la IA, determinando sus percepciones en cuanto a ventajas, desafíos y expectativas en la integración de la IA para el desarrollo y fortalecimiento de sus competencias disciplinares y transversales.

A través de una encuesta dirigida a estudiantes universitarios, se encontró que, en general, la percepción hacia la IA es positiva. Entre las ventajas señaladas se destacan la personalización del aprendizaje, el acceso a recursos avanzados y la mejora en la eficiencia educativa. No obstante, también se identificaron desventajas como el riesgo de dependencia tecnológica, la posible reducción del pensamiento crítico y la necesidad de habilidades técnicas avanzadas.

Es relevante estar preparados para aprovechar las oportunidades que generan las nuevas tecnologías. Por ello, es esencial implementar medidas que minimicen los impactos negativos al tiempo que se maximicen los beneficios de la IA en el ámbito educativo.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is presented as a powerful technology with the potential to transform education, especially in the professional training of university students. This study aims to comprehensively analyze the perspectives of these students on the use of AI, determining their perceptions regarding advantages, challenges and expectations in the integration of AI for the development and strengthening of their disciplines and transversal competencies.

Through a survey directed at university students, it was found that, in general, the perception towards AI is positive. Among the advantages mentioned are the personalization of learning, access to advanced resources and improvement in educational efficiency. However, disadvantages such as the risk of technological dependence, possible reduction in critical thinking and the need for advanced technical skills were also identified.

It is important to be prepared to take advantage of the opportunities generated by new technologies. Therefore, it is essential to implement measures that minimize the negative impacts while maximizing the benefits of AI in the educational field.

[1] Profesor Investigador. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México. etoriz@tec.mx

[2] Profesor Investigador. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. CEM. garcia.andres@tec.mx

[3] Presidente. Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable. marceaparicio4@gmail.com

[4] Profesor. Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable. manueldiaztoriz@gmail.com

ANTECEDENTES

La Inteligencia Artificial (IA) ha avanzado rápidamente en las últimas décadas, permitiendo a las computadoras realizar tareas que antes eran exclusivas de los humanos (Krenn, 2022 y Zhang, 2023). Estos avances implican el uso de algoritmos complejos y tecnologías para reconocer patrones, tomar decisiones y aprender de la experiencia. En particular, en los últimos años, la IA ha experimentado importantes avances en el aprendizaje automático (Kreuzberger, 2023 y Noviandy, 2023) y en el procesamiento del lenguaje natural (Khurana, 2023 y Liu, 2023). El notable éxito de la IA al abordar tareas complejas como el reconocimiento de imágenes (Cenggoro, 2023 e Idroes, 2023a), la traducción de idiomas (Kahlon, 2023) y el modelado predictivo (Agustia, 2022 e Idroes, 2023b) ha impulsado el desarrollo de aplicaciones aún más sofisticadas en diversos sectores de la vida.

Uno de los avances más notables en el campo de la IA es el desarrollo de modelos de lenguaje avanzados, como ChatGPT (Hariri, 2023 y Kohnke, 2023). Estos modelos están diseñados para comprender y generar contenido similar al humano en las conversaciones, lo que permite a IA entablar diálogos, responder preguntas y proporcionar información útil a los usuarios (Kasneci, 2023). Otro avance significativo es la creación de modelos de generación de imágenes, como DALL-E, que pueden generar imágenes realistas de alta resolución basadas en descripciones textuales. Estos modelos han sido entrenados con vastos conjuntos de datos, lo que les permite comprender las relaciones entre las palabras y sus representaciones visuales (Zhou, 2023). Además, la IA también ha progresado en el procesamiento de audio con modelos como Whisper, los cuales han sido entrenados para analizar y generar voz similar a la humana, permitiendo aplicaciones como asistentes de voz y sistemas de texto a voz (Roumeliotis, 2023).

En el ámbito educativo, la influencia de la inteligencia artificial (IA) es indiscutible, ofreciendo formas modernas de enseñar y aprender que abordan diversos desafíos, como la accesibilidad de contenidos educativos y la escasez de docentes. El uso de tecnologías de IA, como herramientas de aprendizaje innovadoras, sistemas de tutoría y facilitadores virtuales, ha demostrado ser extremadamente valioso. Sin embargo, se necesita más investigación para explorar y comprender otras formas en que la IA puede beneficiar a estudiantes y profesores (Ahmad, 2021 y Pisica, 2023).

Aunque el desarrollo de la IA ha capturado la atención de muchas personas y generado diversas perspectivas (Chan, 2023), las opiniones sobre la IA varían significativamente. Algunos la perciben como una amenaza para el trabajo humano y la privacidad personal, con inquietudes respecto al potencial desplazamiento masivo de empleos, el aumento del desempleo y la profundización de las desigualdades económicas (Presbitero, 2023).

Además, persisten preocupaciones sobre el uso indebido de los datos recopilados por IA y la posibilidad de que estas tecnologías sean explotadas por entidades irresponsables. Pese a estas preocupaciones, muchos ven la IA como una herramienta con un potencial excepcional para lograr avances notables y fomentar la innovación. Creen firmemente que la IA puede ayudar a los humanos a superar desafíos complejos y acelerar avances en varios dominios, incluyendo la educación, la salud, el transporte y la investigación científica (Kapania, 2022).

La IA tiene el potencial de ofrecer soluciones más eficientes y precisas en el análisis de datos, diagnósticos médicos, gestión de recursos (Chowdhury, 2023) y procesos complejos de toma de decisiones (Al-Surmi, 2022). Además, la IA también puede catalizar una mayor creatividad humana, impulsando descubrimientos y ampliando las fronteras del conocimiento.

Por lo que este estudio tiene como objetivo analizar integralmente las perspectivas de estudiantes universitarios sobre el uso de la inteligencia artificial (IA), con el fin de determinar sus percepciones en cuanto a ventajas, desafíos y expectativas en la integración de la IA para el desarrollo y fortalecimiento de sus competencias profesionales. Se pretende profundizar en los puntos de vista sobre el papel de la inteligencia artificial en su formación universitaria. Para lograr este objetivo, se aplicó una encuesta validada para la obtención de datos. Mediante el análisis de estos datos, se espera comprender las percepciones relativas a las ventajas, desafíos y expectativas de integrar la IA en el proceso formativo de estos estudiantes.

En este trabajo se presentan los resultados de la consulta realizada a los jóvenes estudiantes, con el propósito de documentar su visión, manifiesto y preocupaciones. Estos resultados buscan comprender las percepciones sobre las ventajas, desafíos y expectativas de integrar la IA en su formación, con el fin de contribuir a una mejor versión del futuro de la educación. Los hallazgos de este estudio generan información para educadores, desarrolladores de tecnología y formuladores de políticas involucrados en el desarrollo e implementación de la IA en contextos educativos respondiendo a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la percepción general de los estudiantes universitarios sobre el uso de la IA en su educación?; ¿Cuáles son los beneficios específicos de la IA en el contexto educativo?; c) ¿Qué preocupaciones se manifiestan sobre la integración de la IA en la educación?

METODOLOGÍA

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que se enfoca en crear sistemas capaces de realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el reconocimiento de voz, la toma de decisiones, la resolución de problemas, el aprendizaje y la comprensión del lenguaje natural (García, 2024). La IA se distingue por su habilidad para analizar grandes volúmenes de datos, identificar patrones y hacer predicciones o decisiones basadas en esa información.

Con los avances tecnológicos, la IA ha ganado una sofisticación creciente, lo que permite aplicaciones en diversos sectores, incluida la educación (Herrera, 2024).

Desde sus inicios en la década de 1950 con pioneros como Alan Turing y John McCarthy, la IA ha experimentado varios ciclos de desarrollo y estancamiento, conocidos como los "inviernos de la IA". Sin embargo, los avances en computación y algoritmos han permitido un progreso significativo en las últimas décadas, especialmente con el aprendizaje automático y el big data (Abeliuk, 2021).

Las principales tecnologías de la IA incluyen el aprendizaje automático, las redes neuronales y el procesamiento del lenguaje natural (NLP).

El aprendizaje automático permite a las máquinas aprender de los datos sin programación explícita, mejorando con la experiencia (Ayala, 2024). Las redes neuronales, inspiradas en la estructura del cerebro humano, son eficaces en el reconocimiento de patrones complejos. El NLP se centra en la interacción entre computadoras y el lenguaje humano, habilitando la comprensión, interpretación y generación de texto y discurso por parte de las máquinas. Estas tecnologías son esenciales en aplicaciones como asistentes virtuales, sistemas de recomendación y análisis predictivo.

En el ámbito educativo, la IA se presenta como una herramienta poderosa y versátil, potencialmente transformadora. Puede abordar desafíos persistentes y mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje. La IA mejora procesos educativos, automatizando tareas y personalizando la experiencia educativa para un aprendizaje más eficaz y equitativo (Castillo, 2023). Las aplicaciones de la IA en la educación incluyen sistemas de tutoría inteligente que proporcionan apoyo personalizado, plataformas de aprendizaje adaptativo que ajustan el contenido según el progreso del estudiante, análisis de datos educativos para predecir resultados académicos y automatización de tareas administrativas, lo que permite a los docentes enfocarse en la enseñanza directa.

La integración de la IA en la educación ofrece numerosos beneficios, incluyendo la personalización del aprendizaje para adaptarse a los estilos individuales de los estudiantes, la reducción de la carga administrativa para los docentes y el acceso a recursos educativos de alta calidad (Chicaíza, 2023). Estos beneficios pueden crear un entorno educativo más dinámico, inclusivo y efectivo, capaz de enfrentar los desafíos del siglo XXI.

El uso de herramientas de IA en la educación universitaria tiene el potencial de transformar la experiencia educativa. A través de la personalización del aprendizaje, la simplificación de tareas administrativas y el análisis de datos educativos, la IA puede no solo mejorar la educación, sino también abordar inequidades y optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Petrașcu, 2023). La investigación continua y el desarrollo en este campo serán esenciales para maximizar los beneficios y mitigar las preocupaciones éticas y prácticas.

En el contexto del Tecnológico de Monterrey, es crucial considerar la opinión de los jóvenes sobre el futuro de la educación, pues ellos experimentan los planes actuales y la institución está en revisión constante de sus programas de estudio.

Método: Métodos mixtos (Creswell y Plano, 2017), se aplicaron en esta investigación, lo que permite la recolección, análisis y vinculación de datos cualitativos y cuantitativos en un mismo estudio.

Datos: Se diseñó y validó el Instrumento de medición, una encuesta aplicada a los estudiantes para obtener datos sobre su conocimiento de IA, fuentes de aprendizaje, ventajas percibidas y posibles desventajas, además de información demográfica como el semestre, edad y carrera de estudio. El objetivo principal fue recopilar información valiosa sobre las percepciones de los participantes respecto al papel de la IA en la educación.
Perfil del participante: El conjunto de datos incluyó respuestas de estudiantes universitarios cursando los primeros cinco semestres de las carreras de las escuelas de Ingeniería, Negocios,

Humanidades, Gobierno, Ciencias Sociales, Arquitectura, Arte y Diseño y Medicina, con una distribución equilibrada por género y un rango de promedio de calificaciones de 70 a 95.

Esta diversidad demográfica coadyuva a que el análisis capture un amplio espectro de experiencias y perspectivas, lo que permite que los hallazgos sean aplicables a diferentes segmentos de la población estudiantil.

Análisis de datos: Se usaron métodos estadísticos descriptivos para resumir los hallazgos y crear representaciones visuales de las ideas clave. El análisis de datos se centró en las actitudes y creencias sobre la IA, las respuestas emocionales a la IA, el impacto percibido de la IA en diversos campos y su utilidad en la educación. Se realizaron pruebas de correlación para explorar la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes y sus percepciones de los beneficios y desventajas de la IA. La **validación del instrumento de medición**, así como los datos obtenidos se analizaron mediante Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Hipótesis

Si se considera la opinión de los jóvenes estudiantes es posible la construcción de una educación superior más congruente a los intereses de las nuevas generaciones y la creación de puentes valiosos entre su educación y la transformación de la sociedad.

RESULTADOS

1) Información demográfica

Para identificar correlaciones con las percepciones de la IA en su formación profesional, se trabajó con 200 estudiantes universitarios de entre 18 y 22 años, 53 % mujeres y 47% hombres, cursando los primeros cinco semestres de las carreras de Ingeniería, Negocios, Humanidades, Gobierno, Ciencias Sociales, Arquitectura, Arte y Diseño y Medicina. Se evaluó el conocimiento autoinformado de los participantes sobre la IA y sus fuentes de conocimiento sobre la IA.

El 61 % de los encuestados calificaron su nivel percibido de familiaridad con la IA con 5, 6 y 7, en una escala de 1 (nada informado) a 10 (extremadamente informado). El 13 % se calificó con 8, el 11% con la calificación de 4. El número de encuestados que se calificaron como muy informados 2% o nada informados 3%, fue relativamente bajo, lo que indica que la mayoría de los participantes tenían un buen entendimiento de la IA, pero no se consideraban expertos.

Con respecto a la respuesta a las fuentes que utilizan para informarse sobre el concepto de inteligencia artificial, el 74% señaló que internet es la fuente principal, lo cual es predecible, considerando que internet es la principal fuente de información para las personas actualmente. El 20% indicó que se informa a través de, redes sociales, el 10% por libros/artículos científicos, el 5% mediante discusiones con familiares/amigos y el 1% no se informa sobre IA, este bajo porcentaje, sugiere que la mayoría de los participantes están activamente buscando conocimientos sobre el tema.

2) Actitudes y creencias acerca de la Inteligencia Artificial

Los participantes evaluaron sus actitudes y creencias sobre la IA y su impacto en la sociedad, el trabajo y la economía en una escala de 1 (Totalmente en Desacuerdo) a 5 (Totalmente de Acuerdo). En promedio, calificaron con 3.1 la creencia de que la IA fomenta la deshumanización y con 4.2 la idea de que los robots reemplazarán a las personas en el trabajo. Percibieron positivamente la IA para resolver problemas sociales, mejorar la eficiencia en la gestión del tiempo y las situaciones peligrosas con una calificación de 4.5. La creencia de que la IA gobernará la sociedad obtuvo un promedio de 2.7. La idea de que la maquinaria de IA es costosa y requiere muchos recursos recibió una calificación de 3.8, y la percepción de que la IA llevará a una crisis económica global obtuvo un 2.9. También expresaron confianza en el impacto positivo de la IA en el crecimiento económico global (3.9) y en su contribución a la pérdida de empleos (4.1).

Los datos indican que los estudiantes reconocen el potencial de la IA para abordar desafíos sociales en educación, agricultura y medicina, y confían en su impacto positivo en el crecimiento económico. Sin embargo, también muestran preocupaciones sobre la pérdida de empleos debido a la automatización impulsada por IA. A medida que la tecnología avanza, temen que las habilidades humanas puedan ser reemplazadas por aquellas que dominen el uso efectivo de la IA, alterando el mercado laboral. No obstante, es crucial entender que la IA puede complementar las habilidades humanas y mejorar la productividad cuando se emplea de manera ética y responsable. La colaboración entre humanos y máquinas podría llevar a mejores resultados en diversos sectores. Los resultados sugieren la necesidad de abordar estas preocupaciones para asegurar una integración equilibrada y sostenible de la IA en diferentes industrias.

3) Respuestas emocionales hacia la IA

Las emociones hacia la IA influyen en la disposición estudiantil para adoptar tecnologías de IA en educación y otros contextos. Al evaluar estas respuestas emocionales, el 70% de los estudiantes expresó curiosidad, el 8% confianza, el 14% miedo y el 7% indiferencia. Esto sugiere que, aunque prevalece la intriga e interés en explorar las capacidades y el potencial de la IA, hay un bajo nivel de confianza en sus sistemas, reflejando preocupaciones sobre su confiabilidad y consecuencias éticas. El miedo hacia la IA indica la necesidad de abordar conceptos erróneos o ansiedades, posiblemente relacionadas con la privacidad, el impacto social o el desplazamiento laboral. Es crucial fomentar diálogos abiertos, proporcionar información precisa y crear un entorno de apoyo para ayudar a los estudiantes a superar sus miedos y mejorar su percepción de la IA.

4) Percepción del impacto de IA en diversos campos profesionales

Con el fin de comprender las percepciones sobre el impacto de la IA en diversos campos profesionales, se les pidió a los participantes que seleccionaran múltiples opciones de una lista. La Medicina recibió el mayor porcentaje de respuestas (82%), reflejando el reconocimiento del potencial significativo de la IA en la atención médica. Este hallazgo destaca el papel transformador de la IA en diagnósticos médicos, avances en tratamientos y sistemas de atención. En contraste, el arte obtuvo el menor porcentaje de respuestas (12%), sugiriendo una falta de conocimiento sobre el uso de la IA en la generación de contenido creativo, realidad virtual e instalaciones interactivas. También indica que hay un área potencial para una mayor exploración y educación sobre la intersección de la IA y los

esfuerzos artísticos. Los otros campos recibieron las siguientes respuestas: educación (70%), construcción (63%), agricultura (51%), administración pública (38%) y marketing (35%).

5) Utilidad de la IA en la educación

Para comprender la percepción de la utilidad de la IA en su educación, se solicitó a los estudiantes que la evaluaran en una escala del 1 al 10, siendo 1 "nada útil" y 10 "extremadamente útil". Los resultados mostraron que ningún participante calificó la IA como "nada útil", y el mayor porcentaje 25% que representa a la mayoría de los participantes, respondieron que el uso de la IA en la educación era "extremadamente útil". El número de encuestados que respondieron sobre los beneficios de la IA en la educación con valores de 9, 8, 7 y 6 fue de 20, 16, 13 y 11, respectivamente. Estos resultados muestran una percepción generalmente positiva de la utilidad de la IA en el proceso educativo entre los estudiantes encuestados. Muchos estudiantes piensan que la IA tiene potencial y tendrá un impacto muy positivo cuando se use en la educación. Además, la ausencia de estudiantes que respondieron "nada útil" muestra que, en general, los estudiantes reconocen el potencial del uso de la IA en la educación, aunque no todos estén de acuerdo en que la IA sea beneficiosa en la educación.

6) Ventajas y Desventajas de la IA en el proceso educativo

Con respecto a las ventajas y desventajas percibidas de la IA en el proceso educativo, el 49% de los encuestados identificaron la principal ventaja como la asistencia de un asistente virtual para enseñar lecciones y responder inmediatamente a las preguntas de los estudiantes. Esto sugiere que los participantes reconocieron el potencial de la IA para apoyar a los educadores en la entrega de lecciones y proporcionar asistencia en tiempo real, mejorando así el proceso de enseñanza. Otras ventajas, como la gestión del tiempo más eficiente para los maestros y lecciones más interactivas y atractivas, también recibieron menciones notables.

En cuanto a los beneficios de la IA en el proceso de aprendizaje, la mayoría de los encuestados (67%) destacó su ventaja más significativa como el acceso universal para todos los estudiantes, incluidos aquellos con necesidades especiales que están ansiosos por aprender. Los participantes también reconocieron otras ventajas, como lecciones personalizadas y experiencias de aprendizaje más interactivas y atractivas. Al considerar el principal beneficio de la IA en el proceso de evaluación el 50% de los encuestados destacó la retroalimentación constante de los asistentes virtuales para cada estudiante. Otras ventajas, como la automatización de la calificación de exámenes y la minimización de errores de calificación, también fueron reconocidas.

Acerca de los inconvenientes de la IA, el 40 %, la proporción más sustancial de encuestados identificó la falta de relación entre los estudiantes y los maestros como la principal desventaja. Los estudiantes mostraron su preocupación de que la implementación de la IA pueda disminuir la conexión interpersonal entre estudiantes y maestros, lo que podría afectar la calidad de la educación. Otros inconvenientes incluyeron la posibilidad de adicción a Internet, las interacciones más raras entre estudiantes y maestros, y la posible pérdida de información debido a fallos del sistema. Las respuestas a estas preguntas particulares revelan que la IA ofrece numerosas ventajas en la educación, como destacaron los encuestados, a saber, asistentes virtuales, acceso universal y retroalimentación constante. Sin embargo, los estudiantes también señalan que la IA pueda reducir las relaciones interpersonales entre

estudiantes y maestros, por lo que, los educadores necesitan abordar las preocupaciones de los estudiantes sobre estos inconvenientes para que todas las ventajas de la IA puedan ser aprovechadas en la educación y se puedan minimizar los impactos negativos de la IA.

CONCLUSIONES

1. Con respecto al impacto en la formación de los estudiantes la Inteligencia Artificial (IA) ha revolucionado la formación educativa mediante herramientas avanzadas que personalizan el aprendizaje, mejoran la accesibilidad y promueven el pensamiento crítico. Ofrece contenido adaptado al ritmo y estilo de cada estudiante, aumentando la eficacia. Además, supera barreras geográficas y económicas al facilitar el acceso a recursos educativos y fomenta habilidades analíticas y de resolución de problemas, preparando mejor a los estudiantes para futuros desafíos.
2. El objetivo de este trabajo se cumple al mostrar los resultados de la consulta realizada a los estudiantes universitarios y documentar sus percepciones en cuanto a ventajas, desafíos y expectativas que genera la integración de la IA en su formación educativa para el desarrollo y fortalecimiento de sus competencias disciplinares y transversales.
3. De acuerdo con los resultados de la encuesta la totalidad de los estudiantes tienen una percepción positiva del uso de la IA en el ámbito educativo.
4. Los beneficios mencionados con mayor frecuencia incluyen la mejora de la calidad del aprendizaje y la provisión de experiencias educativas enriquecidas.
5. Los estudiantes universitarios destacan las ventajas de la integración de la IA en su formación profesional como el apoyo continuo de asistentes virtuales, acceso universal a recursos educativos de alta calidad y retroalimentación personalizada e inmediata, mejorando así el proceso de aprendizaje de manera efectiva
6. También expresaron sus preocupaciones como la posible reducción de la interacción humana entre estudiantes y profesores, lo que podría afectar negativamente la relación educativa y la experiencia de aprendizaje.
7. Existe preocupación y temor sobre la creciente dependencia de las tecnologías de IA y sus posibles implicaciones a largo plazo, tanto en términos de habilidades humanas como de control y privacidad.
8. La IA presenta numerosas oportunidades para mejorar la educación. Es esencial abordar las preocupaciones identificadas por los estudiantes y llevar a cabo investigaciones adicionales y más diversas. Esto permitirá una integración de la IA que no solo sea efectiva, sino también ética y sostenida, asegurando que todos los actores involucrados se beneficien equitativamente de estas innovaciones tecnológicas.

BIBLIOGRAFÍA

Abeliuk, A., & Gutiérrez, C. (2021). Historia y evaluación de la inteligencia artificial. Revista Bits de Ciencia, (21), 14-21.

Agustia, M., Noviandy, T. R., Maulana, A., Suhendra, R., Muslem, M., Sasmita, N. R., ... & Idroes, R. (2022, September). Application of Fuzzy Support Vector Regression to Predict the Kovats Retention Indices of Flavors and Fragrances. In 2022 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICELTICs) (pp. 13-18). IEEE.

Ahmad, S. F., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., Alam, M. M., & Hyder, S. I. (2021). Artificial intelligence and its role in education. Sustainability, 13(22), 12902.

Al-Surmi, A., Bashiri, M., & Koliousis, I. (2022). AI based decision making: combining strategies to improve operational performance. International Journal of Production Research, 60(14), 4464-4486.

Ayala, L. A. G., Pila, V. N. C., de los Angeles Yanchaluiza, V., Poveda, F. E. J., Lloacana, B. D. C., Pérez, A. A. C., & Albarracín, E. S. G. (2024). Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de matemáticas un enfoque personalizado para mejorar el aprendizaje. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(6), 818-839.

Castillo, D. E. M. (2023). La influencia de la inteligencia artificial en la personalización del aprendizaje: Perspectivas y desafíos en la educación. Revista Ingenio global, 2(2), 28.

Cenggoro, T. W., & Pardamean, B. (2023). A systematic literature review of machine learning application in COVID-19. Procedia computer science, 216, 749-756.

Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20(1), 43.

Chicaíza, R. M. C., Castillo, L. A. C., Ghose, G., Magayanes, I. E. C., & Fonseca, V. T. G. (2023). Aplicaciones de Chat GPT como inteligencia artificial para el aprendizaje de idioma inglés: avances, desafíos y perspectivas futuras. Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4(2), 180.

Chowdhury, S., Dey, P., Joel-Edgar, S., Bhattacharya, S., Rodriguez-Espindola, O., Abadie, A., & Truong, L. (2023). Unlocking the value of artificial intelligence in human resource management through AI capability framework. Human resource management.

Creswell, J., & Plano Clark, V. (2017). Designing and Conducting Mixed Methods Research. Thousand Oaks, CA: Sage

García, N. R. P., Parrales, E. M. B., Cantos, M. A. B., & Ponce, M. R. M. (2024). Integración de la Inteligencia artificial en la formulación de proyectos: Oportunidades, desafíos y perspectivas futuras. RECIAMUC, 8(1), 463-477.

Hariri, W. (2023). Unlocking the potential of ChatGPT: A comprehensive exploration of its applications, advantages, limitations, and future directions in natural language processing. arXiv preprint arXiv:2304.02017.

Herrera, P., Orozco, R., Núñez, W., y Avalos, P. (2024). Inteligencia artificial en la educación artística: Retos y perspectivas. Revista Imaginario Social, 7(2).

Idroes, G. M., Maulana, A., Suhendra, R., Lala, A., Karma, T., Kusumo, F., ... & Noviandy, T. R. (2023). TeutongNet: A fine-tuned deep learning model for improved forest fire detection. Leuser Journal of Environmental Studies, 1(1), 1-8.

Idroes, R., Noviandy, T. R., Maulana, A., Suhendra, R., Sasmita, N. R., Muslem, M., ... & Irvanizam, I. (2023). ANFIS-Based QSRR Modelling for Kovats Retention Index Prediction in Gas Chromatography. Infolitika Journal of Data Science, 1(1), 8-14.

Kahlon, N. K., & Singh, W. (2023). Machine translation from text to sign language: a systematic review. Universal Access in the Information Society, 22(1), 1-35.

Kapania, S., Siy, O., Clapper, G., Sp, A. M., & Sambasivan, N. (2022, April)." Because AI is 100% right and safe": User attitudes and sources of AI authority in India. In Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large (Aucott, 2009) (Kasneci, 2023)language models for education. Learning and individual differences, 103, 102274.

Kohnke, L., Moorhouse, B. L., & Zou, D. (2023). ChatGPT for language teaching and learning. *Relc Journal*, *54*(2), 537-550.

Khurana, D., Koli, A., Khatter, K., & Singh, S. (2023). Natural language processing: state of the art, current trends and challenges. Multimedia tools and applications, 82(3).

Krenn, M., Pollice, R., Guo, S. Y., Aldeghi, M., Cervera-Lierta, A., Friederich, P., ... & Aspuru-Guzik, A. (2022). On scientific understanding with artificial intelligence. Nature Reviews Physics, 4(12), 761-769.

Kreuzberger, D., Kühl, N., & Hirschl, S. (2023). Machine learning operations (mlops): Overview, definition, and architecture. IEEE access, 11, 31866-31879.

Liu, P., Yuan, W., Fu, J., Jiang, Z., Hayashi, H., & Neubig, G. (2023). Pre-train, prompt, and predict: A systematic survey of prompting methods in natural language processing. ACM Computing Surveys, 55(9), 1-35.

Noviandy, T. R., Maulana, A., Emran, T. B., Idroes, G. M., & Idroes, R. (2023). QSAR Classification of Beta-Secretase 1 Inhibitor Activity in Alzheimer's Disease Using Ensemble Machine Learning Algorithms. Heca Journal of Applied Sciences, 1(1), 1-7.

Petrașcu, G. M. (2023). Student's Perceptions of AI in Education. https://www.kaggle.com/datasets/gianinamariapetrascu/survey-on-students perceptions-of-ai-in-education, accessed 2-5-2023.

Pisica, A. I., Edu, T., Zaharia, R. M., & Zaharia, R. (2023). Implementing artificial intelligence in higher education: Pros and cons from the perspectives of academics. Societies, 13(5), 118.

Presbitero, A., Teng-Calleja, M. (2023). Job attitudes and career behaviors relating to employees' perceived incorporation of artificial intelligence in the workplace: a career selfmanagement perspective, Personnel Review, Vol. 52, No. 4, 1169–1187.

Roumeliotis, K. I., & Tselikas, N. D. (2023). Chatgpt and open-ai models: A preliminary review. Future Internet, 15(6), 192.

Zhang, B., Zhu, J., & Su, H. (2023). Toward the third generation artificial intelligence. *Science China Information Sciences*, *66*(2), 121101.

Zhou, K. Q., & Nabus, H. (2023). The ethical implications of DALL-E: Opportunities and challenges. Mesopotamian Journal of Computer Science, 2023, 16-21.

USO DE HERRAMIENTAS DE VISUALIZACIÓN GRÁFICA EN LA ENSEÑANZA DE MÉTODOS NUMÉRICOS

USING GRAPHICAL VISUALIZATION TOOLS FOR TEACHING NUMERICAL METHODS

R. S. Zamora Pequeño[1]
O. Zamora Pequeño[2]
F. Banda Muñoz[3]

RESUMEN

El aprendizaje de Métodos Numéricos es fundamental en la educación de ingeniería y ciencias aplicadas. La utilización de software computacional facilita la comprensión de estos métodos al proporcionar representaciones gráficas y análisis interactivos. En este artículo, se analiza el uso del lenguaje de programación R y sus capacidades gráficas como una herramienta efectiva para la enseñanza del Método de Newton-Raphson en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FIME-UANL). Se presenta un análisis comparativo de los resultados obtenidos por estudiantes de las carreras de Ingeniería en Electrónica y Automatización (IEA) e Ingeniería en Tecnología de Software (ITS).

ABSTRACT

Learning numerical methods is fundamental in engineering and applied sciences education. The use of computational software facilitates the understanding of these methods by providing graphical representations and interactive analysis. This article explores the use of the R programming language and its graphical capabilities as an effective tool for teaching the Newton-Raphson Method at the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering at the Autonomous University of Nuevo León (FIME-UANL). A comparative analysis of the results obtained by students from the Electronics and Automation Engineering (IEA) and Software Technology Engineering (ITS) programs is presented.

ANTECEDENTES

La unidad de aprendizaje de Métodos Numéricos es una asignatura de los planes de estudio de las carreras de Ingeniería en Electrónica y Automatización (IEA) e Ingeniería en Tecnología de Software (ITS) de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL, se imparte generalmente en el quinto semestre y forma parte del núcleo de formación matemática aplicada de
los estudiantes. Su enseñanza tradicionalmente ha dependido de métodos teóricos y ejercicios manuales, lo que a menudo genera dificultades para la comprensión de conceptos abstractos y su aplicación en problemas reales (Lasheras, 2019).

Uno de los métodos principales del curso es el Método de Newton-Raphson, una técnica iterativa para encontrar raíces de ecuaciones no lineales. Sin embargo, su comprensión puede resultar compleja debido a la necesidad de calcular derivadas y evaluar la convergencia del método. Diversos estudios han demostrado que los estudiantes enfrentan dificultades al aprender este método sin apoyo gráfico, lo que limita su comprensión conceptual y su

[1]Profesor Asociado de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León. raymundo.zamorapqn@uanl.edu.mx
[2]Profesor Asociado de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León, oralia.zamorapq@uanl.edu.mx
[3]Profesor Titular de Tiempo Completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León. fernando.bandamn@uanl.edu.mx

capacidad de aplicarlo en contextos reales. Según McBride (1983), la incorporación de gráficos en la enseñanza de métodos numéricos puede mejorar significativamente la comprensión y la retención del conocimiento al permitir a los estudiantes visualizar la convergencia del método.

El uso de herramientas computacionales ha demostrado ser una estrategia eficaz para abordar estos desafíos. En este contexto, el lenguaje de programación R, un software de acceso libre ampliamente utilizado en análisis de datos y matemáticas aplicadas, se presenta como una alternativa viable para la enseñanza de métodos numéricos debido a su capacidad para realizar cálculos matemáticos avanzados y generar visualizaciones interactivas.

De acuerdo con Carroll (1992), la enseñanza de métodos numéricos con apoyo computacional requiere un equilibrio entre la teoría y la implementación práctica para que los estudiantes desarrollen habilidades analíticas y técnicas. Según Ketcheson (2014), el aprendizaje basado en la indagación y el uso de herramientas interactivas mejoran la comprensión de los estudiantes, ya que les permite experimentar con diferentes escenarios y evaluar el comportamiento de los algoritmos numéricos en tiempo real. De manera similar, Handayani et al. (2017) han mostrado que el uso de software educativo facilita la enseñanza de conceptos matemáticos complejos al proporcionar una representación visual que permite reducir el tiempo necesario para la comprensión de estos temas.

Dado el impacto positivo del uso de herramientas computacionales en la enseñanza de métodos numéricos, en este estudio, realizado durante 2024, se evalúa la implementación del lenguaje de programación R para mejorar la enseñanza del Método de Newton-Raphson.

Objetivo General

Evaluar la eficacia del uso de herramientas de visualización gráfica en la enseñanza del Método de Newton-Raphson en la FIME-UANL para mejorar la comprensión y desempeño de estudiantes de los programas educativos IEA e ITS.

Objetivos específicos

Implementar el Método de Newton-Raphson en R y desarrollar visualizaciones interactivas.
Comparar el desempeño de los estudiantes que utilizaron R con aquellos que emplearon únicamente enfoques teóricos.

METODOLOGÍA

El método de Newton-Raphson se basa en la siguiente fórmula iterativa para aproximar las raíces de una función f(x):

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

En esa ecuación, x_n representa la aproximación actual de la raíz en la n-ésima iteración, $f(x_n)$ es el valor de la función evaluada en x_n, $f'(x_n)$ es el valor de la derivada de la función evaluada en x_n, y x_{n+1} es la nueva aproximación de la raíz después de la iteración.

Este proceso iterativo continúa hasta que la diferencia entre dos aproximaciones sucesivas

sea menor al margen de error, indicando que se ha alcanzado una solución suficientemente precisa.

En este estudio, se empleó un script en R como recurso de enseñanza para guiar a los estudiantes en la resolución de un ejercicio con el método de Newton-Raphson. Esta herramienta permite a los estudiantes visualizar cada iteración del método, analizando el comportamiento de la función y la convergencia de la solución.

Posteriormente, se llevó a cabo una evaluación del aprendizaje, comparando el desempeño entre los siguientes grupos:

Grupo 1: Estudiantes que utilizaron el script de R para visualizar y aplicar el Método de Newton-Raphson mediante simulaciones y gráficos.

Grupo 2: Estudiantes que aprendieron el método mediante recursos teóricos y cálculos manuales.

El grupo 1 está conformado por 30 estudiantes, mientras que el grupo 2 está integrado por 32, la distribución de estudiantes por programa educativo se muestra en la Tabla 1. En ambos casos, los estudiantes cursan la unidad de aprendizaje por primera vez.

Tabla 1. *Distribución por programa educativo de los grupos analizados.*

Programa Educativo	Grupo 1	Grupo 2	Total
IEA	6	4	10
ITS	24	28	52
Total	30	32	62

Se evaluaron los resultados en el aprendizaje mediante una prueba escrita, la cual se muestra en la Figura 1.

Figura 1. *Prueba de Evaluación.*

Prueba del Método de Newton-Raphson.

El método de Newton-Raphson es un método numérico iterativo para encontrar raíces de ecuaciones de la forma f(x) = 0. La fórmula iterativa está dada por:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

Función dada

$f(x) =$

Derivada de la función

$f'(x) =$ _____

Tabla de Iteraciones

Iteración	x	f(x)	f'(x)
0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Para evaluar el impacto del uso de herramientas computacionales en el aprendizaje, se utilizaron pruebas estadísticas al conjunto de calificaciones obtenidas por los estudiantes, validando previamente la normalidad de las muestras.

Pruebas estadísticas

La prueba de Shapiro-Wilk evalúa la hipótesis nula de que una muestra proviene de una distribución normal (Shapiro, 1965).

El estadístico de esta prueba se define como:

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

En esa ecuación $x_{(i)}$ representa los valores ordenados de la muestra, $\bar{x}$ es la media muestral, a_i son coeficientes calculados a partir de la varianza y la media de una distribución normal y n es el tamaño de la muestra.

Si el valor calculado de W es menor que el valor crítico de W para el nivel de significancia, (α), el p-valor asociado se considera menor a α por lo que se rechaza la hipótesis de normalidad.

Si los datos no muestran una distribución normal, para comparar dos muestras independientes, se debe emplear la prueba de Mann-Whitney U, la cual se basa en la suma de los rangos de las observaciones de ambos grupos para determinar si sus distribuciones difieren significativamente (Mann, 1947).

La ecuación básica para calcular U en la prueba de Mann-Whitney U es:

$$U = R_1 - \frac{n_1(n_1 + 1)}{2}$$

U representa el estadístico de la prueba de Mann – Whitney U, calculado a partir de R_1, que es la suma de los rangos de los elementos de la primera muestra y n_1, el tamaño de la primera muestra.

Su hipótesis nula es que las dos muestras provienen de la misma población, es decir, no hay diferencia significativa en las distribuciones de las dos muestras, mientras que su hipótesis alternativa indica que las dos muestras provienen de poblaciones diferentes, lo que implica que hay una diferencia significativa entre ellas.

U se usa para determinar el valor p, si dicho valor es menor que el nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula. Esto sugiere que hay una diferencia significativa entre las dos muestras.

Si el valor p es mayor que el nivel de significancia, no se puede rechazar la hipótesis nula, lo

que implica que no hay evidencia suficiente para afirmar que las dos muestras provienen de poblaciones diferentes.

Para comparar muestras de mayor tamaño se realiza una aproximación a la distribución normal, utilizando m y n, los tamaños de las muestras analizadas.

$$Z = \frac{U-\mu_U}{\sigma_U}$$

$$\mu_U = \frac{mn}{2} \qquad \sigma_U = \sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{12}}$$

El tamaño del efecto de Mann-Whitney (r) es una métrica que mide la magnitud de la diferencia entre dos grupos y proporciona una interpretación cuantitativa de la relevancia del resultado.

$$r = \frac{Z}{\sqrt{N}}$$

Z es el valor previamente obtenido de la prueba de Mann-Whitney U y N es el tamaño total de la muestra (la suma de los tamaños de las dos muestras).

El efecto se considera pequeño si r tiene un valor mayor a 0.10 pero menor a 0.30, mediano si se encuentra entre 0.3 y 0.5 y grande si es mayor a 0.5.

Herramienta de visualización

Para alcanzar los objetivos planteados, se desarrolló un script en R para facilitar la enseñanza del Método de Newton-Raphson. En la Figura 2 se muestra un ejemplo del uso del script en RStudio.

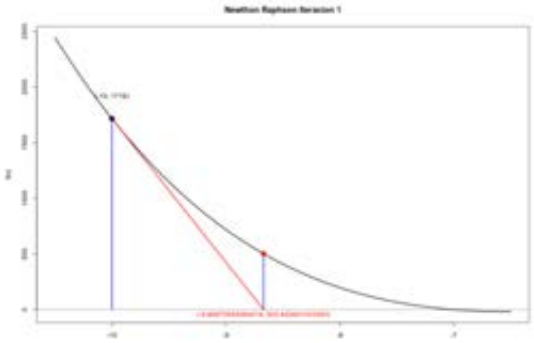
Figura 2. *Script en R utilizado en RStudio.*

El script desarrollado en R genera la representación gráfica del proceso iterativo del Método de Newton-Raphson. En el ejemplo mostrado, se utilizó la ecuación:

$$f(x) = x^4 + 9x^3 - 7x^2 - 129x + 126$$

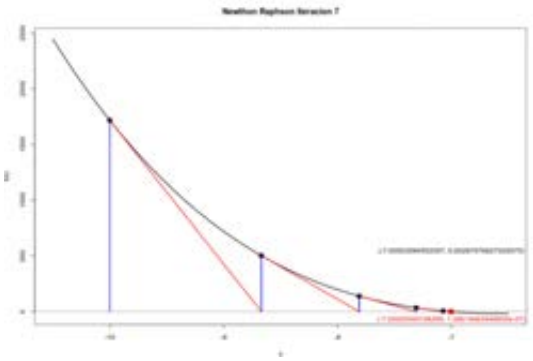
Con un valor inicial de -10. En la Figura 3 se observa la función representada en color negro, junto con la primera iteración del método. Se destaca el punto inicial x_0 y el valor correspondiente a su evaluación en la función $f(x_0)$, desde este punto, se traza la tangente a la curva (línea roja), cuya intersección con el eje x proporciona la siguiente aproximación x_1, representada en la gráfica con un punto rojo. Las líneas azules muestran la conexión entre los puntos evaluados y el eje x, facilitando la comprensión de la evolución del método.

Figura 3. *Visualización de la iteración inicial del método de Newton-Raphson.*



La Figura 4 muestra la séptima iteración del método de Newton-Raphson aplicada a la misma ecuación. Se puede observar cómo las aproximaciones sucesivas convergen hacia la raíz de la ecuación, con errores cada vez menores en cada iteración. En esta etapa, los valores que están extremadamente cercanos al valor de la raíz real, lo que confirma la efectividad del método para encontrar soluciones con alta precisión. La representación gráfica de cada iteración permite a los estudiantes visualizar el proceso de refinamiento de las soluciones y comprender la dinámica de convergencia del método.

Figura 4. *Visualización de la séptima iteración del método de Newton-Raphson.*



El uso de esta representación gráfica ayuda a los estudiantes a visualizar la convergencia del método hacia la raíz de la ecuación, la importancia de una buena elección del punto inicial, así como la influencia de la pendiente de la función en la rapidez de la convergencia.

Esta visualización facilita la enseñanza del método al permitir que los estudiantes observen la evolución de las aproximaciones en tiempo real y refuercen su comprensión de los

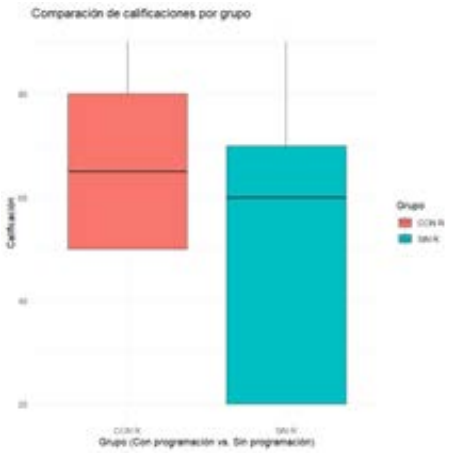
principios matemáticos subyacentes.

RESULTADOS

Se utilizaron gráficas de caja, las cuales se muestran en la Figura 5, para comparar la distribución de los resultados de evaluación en la prueba de aprendizaje entre los dos grupos: Grupo 1 (utilizaron la herramienta de visualización en R) y Grupo 2 (no utilizaron la herramienta de visualización en R).

El Grupo 1, en anaranjado, mostró una mediana más alta y menor dispersión en comparación con el Grupo 2, mostrado en color verde, lo que sugiere un mejor y más consistente desempeño en el resultado de la evaluación.

Figura 5. *Gráficas de caja para los Grupos analizados.*



Los histogramas permiten visualizar la distribución de las calificaciones dentro de cada grupo.

La distribución de resultados de la evaluación del grupo 1, que se puede visualizar en la Figura 6, parece más concentrada en calificaciones más altas, mientras que la distribución del grupo 2, que se puede encontrar en la Figura 7, muestra más dispersión y calificaciones más bajas con mayor frecuencia.

Figura 6. *Histograma de los resultados de la evaluación del grupo 1.*

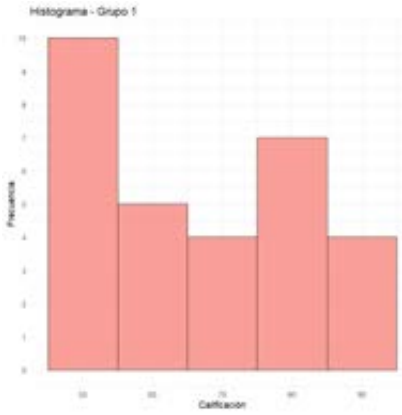
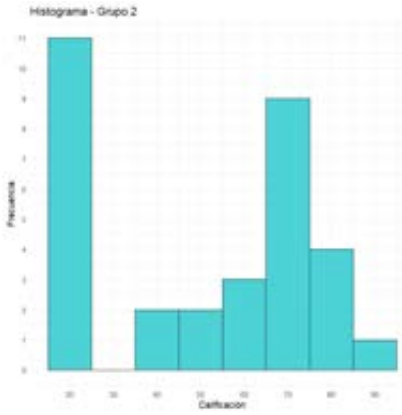


Figura 7. *Histograma de los resultados de la evaluación del grupo 2.*



Las calificaciones no siguen una distribución normal. Esto se verificó matemáticamente mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados del coeficiente U y del valor de p para cada grupo se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Resultados de la prueba Shapiro-Wilk para ambos grupos.*

	W	p
Grupo 1	0.854	0.00075
Grupo 2	0.829	0.00015

La hipótesis nula de la prueba de Shapiro-Wilk establece que los datos siguen una distribución normal. Debido a que el p-valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis de normalidad para ambos grupos.

Debido a la falta de normalidad, se usó la prueba de Mann-Whitney U para la comparación de calificaciones entre los grupos, los resultados de esta prueba se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. *Resultados de la prueba Mann-Whitney para comparación de grupos.*

U	641.5
μ_U	480
σ_U	70.99
Z	2.275
P	0.02

La prueba de Mann-Whitney U se calculó con los datos de cada grupo, obteniendo un valor de U = 641.5 y un p-valor = 0.02, menor que el nivel de significancia, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

Además, se calculó el tamaño del efecto (r de Mann-Whitney), r = 0.289, donde el tamaño del efecto se determina pequeño a moderado.

Un efecto de esta magnitud sugiere que el impacto del uso de R es ligeramente positivo.

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que el uso de herramientas de visualización gráfica en la enseñanza del Método de Newton-Raphson tiene un impacto positivo en la comprensión del método por parte de los estudiantes. El grupo que utilizó R mostró un mejor desempeño en la prueba de evaluación, con calificaciones más altas y menos dispersión en comparación con el grupo que utilizó solo enfoques teóricos.

La prueba de Mann-Whitney U confirmó que la diferencia entre ambos grupos es estadísticamente significativa (p = 0.0213), lo que sugiere que el uso de herramientas interactivas facilita el aprendizaje y mejora la retención del conocimiento.

Se recomienda integrar herramientas computacionales en la enseñanza de métodos numéricos, ya que facilitan la comprensión de conceptos abstractos y pueden reducir las dificultades de aprendizaje. No obstante, resulta esencial brindar capacitación a los estudiantes en el uso del lenguaje R para maximizar su aprovechamiento.

Además, se sugiere ampliar el estudio con muestras más grandes y evaluar el impacto del uso de diferentes herramientas de visualización en otros métodos numéricos, como el Método de Bisección o el de Secante.

.

BIBLIOGRAFÍA

Carroll, J. (1992). The role of computer software in numerical analysis teaching. ACM *SIGNUM Newsletter, 27(2)*, pp. 2-31. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/140682.140686

Handayani, A. D., Herman, T., y Fatimah, S. (2017). Developing teaching material software assisted for numerical methods. *Journal of Physics: Conference Series Vol. 895, No. 1,* pp. 012068. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-

6596/895/1/012068/meta

Ketcheson, D. I. (6-13 de junio de 2014). *Teaching numerical methods with IPython notebooks and inquiry-based learning.* SciPy 2014. Proceedings of the 13th Python in Science Conference. Austin, Texas. https://repository.kaust.edu.sa/items/42cd35ac-9bcc-4cef-b733-a0c17d7afe6a

Lasheras, F. S. y Gutiérrez, M. F. (1-3 de julio de 2019). *Root causes of the main difficulties found by the engineering degree students in the subject numerical methods.* In EDULEARN19. Proceedings of the 11th International Conference on Education and New Learning Technologies. Palma, España. https://library.iated.org/view/SANCHEZLASHERAS2019ROO

Mann, H. B. y Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *The Annals of Mathematical Statistics, 18(1),* pp. 50-60. https://www.jstor.org/stable/2236101

McBride, W. E. (17-18 de febrero de 1983). *Numerical methods and the micro: Color graphics as an aid to comprehension*. Proceedings of the fourteenth SIGCSE technical symposium on Computer science education. Orlando, Florida. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/800038.801066

Shapiro, S. S. y Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika, 52(3-4),* pp. 591-611. https://academic.oup.com/biomet/article-abstract/52/3-4/591/336553

FORMACIÓN INTEGRAL DE PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA PARA UN MUNDO GLOBALIZADO: ESTRATEGIAS Y DESAFÍOS

COMPREHENSIVE TRAINING OF ENGINEERING PROFESSIONALS FOR A GLOBALIZED WORLD: STRATEGIES AND CHALLENGES

V. A. León Hernández[1]
A. Galindo Flores[2]
C. B. Valdez Maytorena[3]

RESUMEN

En el ámbito de la ingeniería, la formación integral exige una actualización curricular que incorpore metodologías activas e interdisciplinarias, con el propósito de fortalecer tanto las competencias técnicas como las transversales. El presente estudio analiza la reforma curricular del programa educativo de Ingeniería Industrial en una universidad pública estatal a través de un enfoque cualitativo, lo que ha permitido identificar cinco tendencias clave: la digitalización y la Industria 4.0, la integración de la sostenibilidad y la responsabilidad social, la promoción de la formación multidisciplinaria, el desarrollo de competencias blandas y la optimización de procesos para mejorar la eficiencia.

En este contexto, la internacionalización emerge como una estrategia para fortalecer la competitividad profesional, impulsada por iniciativas como la movilidad académica y la certificación internacional. No obstante, aún persisten desafíos significativos, entre los que destacan las barreras idiomáticas, las inequidades económicas y la rigidez curricular. Para superar estas limitaciones, resulta fundamental la integración de enfoques interdisciplinarios, el fomento del desarrollo de competencias transversales y la incorporación de tecnologías emergentes, consolidando así una formación integral alineada con las exigencias del siglo XXI.

ABSTRACT

In the field of engineering, comprehensive education requires a curriculum update that incorporates active and interdisciplinary methodologies to strengthen both technical and transversal competencies. This study analyzes the curriculum reform of the Industrial Engineering educational program at a state public university through a qualitative approach, which has allowed the identification of five key trends: digitalization and Industry 4.0, the integration of sustainability and social responsibility, the promotion of multidisciplinary education, the development of soft skills, and process optimization to improve efficiency.

In this context, internationalization emerges as a strategy to enhance professional competitiveness, driven by initiatives such as academic mobility and international certification. However, significant challenges remain, including language barriers, economic inequities, and curriculum rigidity. To overcome these limitations, it is essential to integrate interdisciplinary approaches, promote the development of transversal competencies, and incorporate emerging technologies, thereby consolidating a comprehensive education aligned with the demands of the 21st century.

ANTECEDENTES

En la actualidad, la formación en ingeniería debe responder a las demandas de un entorno marcado por la rápida evolución tecnológica y la creciente complejidad de los problemas globales. Las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de formar

[1] Profesor Investigador de Tiempo Completo. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. vleon@uaem.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. angelica.galindo@uaem.mx
[3] Profesor de Asignatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. catherine.valdez@uaem.mx

profesionales que no solo posean conocimientos especializados, sino que también desarrollen habilidades que les permitan innovar, abordar problemas de manera integral y colaborar en entornos diversos. Según Crawley et al. (2014), el enfoque educativo en ingeniería requiere una evolución hacia modelos que integren competencias transversales, promoviendo el aprendizaje basado en proyectos y el trabajo en equipos multidisciplinarios. Asimismo, Male, Bush y Chapman (2011) destacan que la incorporación de habilidades como el pensamiento crítico, la comunicación efectiva y la gestión de la incertidumbre es esencial para el desempeño de los ingenieros en escenarios laborales dinámicos.

Los constantes avances tecnológicos y las transformaciones en el mercado laboral han impulsado la necesidad de actualizar los programas de estudio en ingeniería. Más allá de una formación centrada exclusivamente en el desarrollo técnico, se ha reconocido la importancia de integrar enfoques interdisciplinarios y metodologías activas que fomenten tanto las competencias técnicas como las transversales (Zabalza, 2016). La educación en ingeniería debe evolucionar para formar profesionales que no solo dominen su área de especialización, sino que también sean capaces de adaptarse a contextos dinámicos y colaborar en entornos multidisciplinarios (Santos y Hernández, 2020).

En este contexto, la actualización curricular en ingeniería enfrenta el desafío de integrar estrategias que respondan a los cambios tecnológicos y a las necesidades del sector productivo. Una propuesta innovadora es el modelo de formación por ciclos y niveles de dominio, el cual permite estructurar el aprendizaje en etapas progresivas y garantizar que el estudiantado adquiera primero competencias fundamentales antes de abordar contenidos especializados. Este enfoque ha sido recomendado por estudios sobre innovación educativa en ingeniería (Graham, 2018) y ha demostrado ser eficaz para la formación de profesionales con habilidades adaptativas (Crawley et al., 2014).

Además, la implementación de un currículo modular adaptable se presenta como una estrategia clave para mantener la pertinencia de la formación en ingeniería sin necesidad de modificaciones estructurales profundas. Este enfoque ha sido respaldado por investigaciones en educación superior que destacan la importancia de estructuras curriculares flexibles y adaptativas frente a los avances de la Industria 4.0 (Bok, 2020; Lima et al., 2017). El currículo facilita la integración de tecnologías emergentes, metodologías activas y competencias socioemocionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo así una formación alineada con las exigencias del mercado laboral contemporáneo.

En este sentido, la estructura curricular propuesta por la universidad pública estatal objeto de estudio contempla cuatro ejes fundamentales: formación para la generación y aplicación del conocimiento, formación en contexto, formación teórico-técnica y formación para el desarrollo humano. Estos ejes, en conjunto con los temas transversales, se integran progresivamente a lo largo de la trayectoria académica del estudiantado, promoviendo así una formación integral.

Los temas transversales pueden abordarse curricularmente mediante diversas estrategias, como su integración en las unidades de aprendizaje existentes, la incorporación de unidades específicas o la implementación de proyectos integradores y planes institucionales

estratégicos. Estas estrategias permiten fortalecer la formación integral del futuro profesional de ingeniería y prepararlo para enfrentar los retos de un mundo globalizado.

Para el desarrollo del Plan de Estudios 2023 del programa educativo de Ingeniería Industrial, se siguieron estrictamente las etapas establecidas por el marco normativo institucional para el diseño y aprobación de propuestas curriculares, estructuradas en siete fases claramente definidas:

1. Área de Planeación: responsable de evaluar la pertinencia y viabilidad del anteproyecto curricular, asegurando su alineación con las necesidades académicas y contextuales.
2. Comisión Curricular: encargada de elaborar y presentar formalmente la propuesta curricular, fundamentada en diagnósticos y estudios previos.
3. Consejo Técnico de la unidad académica: proporciona retroalimentación crítica interna y realiza una aprobación preliminar de la propuesta curricular.
4. Dependencia Administrativa: verifica el cumplimiento del marco normativo institucional y realiza los ajustes correspondientes.
5. Comisión Académica: efectúa una evaluación exhaustiva, emite recomendaciones específicas y presenta la propuesta ante la Secretaría General.
6. Consejo Universitario: evalúa integralmente la propuesta curricular y otorga la aprobación oficial, validándola desde una perspectiva institucional.
7. Secretaría General: gestiona los trámites correspondientes para el registro formal ante la Dirección General de Profesiones.

Como resultado de la actualización curricular, se generó un nuevo documento del plan de estudios 2023, las unidades de aprendizaje curricular actualizadas, así como las actas de las reuniones que respaldan el proceso, y los informes técnicos que documentan la justificación, el análisis y las decisiones tomadas durante la revisión curricular. Estos documentos garantizan la trazabilidad del proceso y la fundamentación académica del nuevo programa.

Como parte de este esfuerzo de actualización, resulta fundamental garantizar que la implementación del nuevo plan de estudios no solo responda a los cambios estructurales, sino que también se refleje en una mejora tangible en la formación de los estudiantes. La adecuación curricular debe estar respaldada por estrategias de seguimiento y evaluación que permitan medir su impacto en el desarrollo de competencias y en la adaptación a las exigencias del sector productivo y social. De este modo, el proceso de actualización trasciende la mera modificación de documentos y se consolida como un mecanismo dinámico de mejora continua en la educación en ingeniería.

METODOLOGÍA

Para el análisis de los documentos generados en el plan de estudios, se aplicó un diseño metodológico cualitativo con enfoque exploratorio-descriptivo, fundamentado en el método de estudio de caso instrumental, siguiendo las aportaciones de Stake (1995), Merriam (2009) y Yin (2018). Este enfoque permite analizar en profundidad un fenómeno curricular específico dentro de su contexto institucional, facilitando la comprensión de sus características únicas, dinámicas particulares y posibles áreas de mejora.

El estudio de caso instrumental se emplea cuando el interés radica no solo en comprender el caso en sí, sino en generar conocimientos que puedan extrapolarse a contextos similares (Stake, 1995). A través de este método, se examinaron las condiciones bajo las cuales se diseñó e implementó el plan de estudios, permitiendo una aproximación detallada a los procesos de toma de decisiones, las dinámicas institucionales y los actores involucrados.

Se utilizaron diversas técnicas cualitativas para fortalecer la validez del estudio, se revisaron y analizaron los documentos oficiales del plan de estudios, incluyendo programas de asignaturas, lineamientos curriculares, reglamentos institucionales y reportes de evaluación. Se aplicaron criterios de análisis de contenido para identificar temas recurrentes, coherencia curricular y áreas de oportunidad.

Se aplicó la técnica de grupo focal (Morgan, 1997; Krueger y Casey, 2014) con el objetivo de generar diálogos profundos y colaborativos entre actores clave del proceso curricular. Los grupos focales estuvieron conformados por docentes, estudiantes, egresados y empleadores directamente implicados en el diseño y/o implementación del plan de estudios, lo que garantizó una diversidad de perspectivas y experiencias.

La metodología empleada permitió un análisis detallado y contextualizado del plan de estudios, al combinar la revisión documental con la recopilación de perspectivas de actores clave. Esta aproximación cualitativa facilitó la identificación de dinámicas, desafíos y oportunidades de mejora, proporcionando una base sólida para la reflexión y la optimización curricular.

RESULTADOS

El análisis del Plan de Estudios 2023 de Ingeniería Industrial permitió identificar la incorporación de elementos y estrategias fundamentales para la formación de ingenieros en el siglo XXI. Dichos elementos se encuentran alineados con cinco tendencias que influyen en la educación en ingeniería, lo que evidencia un enfoque integral y actualizado en la preparación de los futuros profesionales.

1. Digitalización e industria 4.0: La transformación digital ha generado la necesidad de que los ingenieros industriales adquieran competencias en el uso de herramientas digitales, sistemas de automatización y análisis de datos.

Este requerimiento se refleja en el plan de estudios a través de unidad de aprendizaje curricular como automatización industrial, big data, diseño de ingeniería y laboratorio de simulación y automatización, para optimización de procesos y métodos de manufactura destacan la relevancia de la mejora continua mediante el uso de herramientas computacionales avanzadas. De este modo constituye un eje central en la formación de los futuros ingenieros, asegurando su dominio de tecnologías emergentes y su capacidad para aplicarlas en entornos productivos.

2. Sostenibilidad y responsabilidad social: Ha adquirido un papel fundamental en la formación de ingenieros, fomentando una perspectiva ética y consciente del impacto ambiental y social de la industria, a través de la unidad de aprendizaje curricular de ingeniería sustentable fortalece el compromiso con prácticas ambientalmente

responsables, mientras que con ética, cultura de paz e igualdad y responsabilidad social empresarial promueven una mayor sensibilidad ante los desafíos sociales y ambientales.

Este enfoque integral reafirma la importancia de formar profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y la ética empresarial, garantizando la capacidad para contribuir de manera responsable a la industria y a la sociedad.

3. Formación multidisciplinaria y desarrollo de competencias blandas: La formación en ingeniería ha evolucionado más allá del dominio de habilidades técnicas, integrando competencias clave como liderazgo, gestión y comunicación efectiva. Se refleja en la incorporación de unidades como pensamiento crítico, comunicación y expresión y gestión organizacional, las cuales destacan la importancia del desarrollo de estas competencias.

El sistema de tutorías acreditadas fortalece el acompañamiento académico y profesional, contribuyendo a una formación más integral, que resultan esenciales para el ejercicio del liderazgo, la comunicación efectiva y la colaboración en entornos laborales dinámicos, asegurando que los egresados puedan responder a los desafíos del contexto profesional contemporáneo.

4. Optimización y mejora de procesos: La eficiencia operativa y la reducción de desperdicios constituyen pilares fundamentales en la ingeniería, para abordar estos aspectos, el plan de estudios incorpora la unidad de aprendizaje curricular de optimización de procesos, seis sigma y manufactura esbelta, que proporciona a los estudiantes las herramientas necesarias para mejorar la productividad en un entorno altamente competitivo.

Así como control de calidad, control de la producción y metodología y normalización fortalece la estandarización y la mejora continua en los procesos industriales. Estas estrategias consolidan la eficiencia y la calidad en la gestión industrial mediante la aplicación de metodologías innovadoras.

5. Flexibilidad y adaptabilidad en el perfil del ingeniero: En un entorno de transformación constante, la capacidad de adaptación se ha consolidado como un elemento esencial en la formación de ingenieros. Con el propósito de fortalecer esta competencia, el plan de estudios incorpora unidades de aprendizaje optativas en áreas como manufactura, automatización, logística y diseño de producto, lo que permite a los estudiantes personalizar su trayectoria académica en función de sus intereses y las demandas del mercado.

Esta estructura curricular proporciona a los estudiantes la oportunidad de especializarse en áreas estratégicas y desarrollar la flexibilidad necesaria para enfrentar los desafíos del sector productivo.

Estos resultados evidencian la coherencia del Plan de Estudios 2023 con un enfoque integral de formación, garantizando que la estructura curricular y los contenidos académicos estén alineados con las competencias necesarias para afrontar los desafíos del entorno actual. La integración de una perspectiva innovadora y global contribuye al fortalecimiento de la

preparación profesional, favoreciendo una adaptación efectiva a los cambios tecnológicos, sociales y laborales. De este modo, se consolida un modelo educativo en ingeniería orientado a la excelencia y la mejora continua.

CONCLUSIONES

La actualización curricular del programa de Ingeniería Industrial, fundamentada en la digitalización, la Industria 4.0, la sostenibilidad, la multidisciplinariedad, el desarrollo de competencias blandas y la optimización de procesos, responde a las exigencias del entorno actual. No obstante, la implementación efectiva debe abordarse desde una perspectiva teórica que garantice su pertinencia y alcance.

La internacionalización se ha consolidado como un eje estratégico en la educación superior, ampliando oportunidades académicas y laborales. Según Knight (2004), este proceso no solo implica la movilidad estudiantil, sino también la incorporación de una dimensión internacional en los planes de estudio y en las metodologías de enseñanza. En este sentido, la progresiva inclusión del inglés y de certificaciones internacionales contribuye a la inserción de los egresados en mercados globales. Asimismo, la flexibilidad curricular permite una formación adaptable a los cambios del entorno profesional. La teoría del aprendizaje alineado, propuesta por Biggs y Tang (2011), enfatiza la importancia de diseñar currículos estructurados en función de los resultados de aprendizaje esperados. La oferta de unidades de aprendizaje curricular optativas, mencionadas en el documento, responden a esta necesidad al proporcionar trayectorias académicas especializadas según los intereses del estudiantado y las demandas del sector productivo.

A pesar de estos avances, persisten desafíos en la equidad de acceso a oportunidades internacionales y formación complementaria. Marginson (2016) advierte que la masificación de la educación superior ha generado dinámicas de estratificación que limitan la movilidad de ciertos sectores estudiantiles. Esto refuerza la necesidad de políticas institucionales que garanticen la igualdad de acceso a experiencias de internacionalización y certificación, asegurando que estos elementos formen parte integral de una educación inclusiva.

La integración de tecnologías emergentes en el currículo resulta crucial para la formación de ingenieros en el siglo XXI. Schleicher (2018) sostiene que los sistemas educativos deben evolucionar para preparar a los estudiantes en habilidades digitales y de innovación. En este contexto, la colaboración entre universidad e industria, sustentada en el modelo de la triple hélice de Etzkowitz y Leydesdorff (2000), se considera fundamental para alinear los programas educativos con las necesidades del sector productivo.

La actualización curricular en ingeniería debe ir más allá de la modernización de contenidos y adoptar un enfoque sistémico que garantice su relevancia en un entorno dinámico. La combinación de internacionalización, flexibilidad curricular y adopción de nuevas tecnologías, respaldada por estrategias institucionales inclusivas, favorecerá la formación de ingenieros altamente preparados para afrontar los desafíos de una sociedad interconectada y en constante transformación.

BIBLIOGRAFÍA

ANUIES. (2020). La educación superior en México: Diagnóstico, prospectiva y políticas públicas. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

Biggs, J., & Tang, C. (2011). Teaching for Quality Learning at University. McGraw-Hill Education.

Bok, D. (2020). *Higher Expectations: Can Colleges Teach Students What They Need to Know in the 21st Century?* Princeton University Press.

Buquet, A. (2011). Género y currículo en la educación superior. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

CACEI. (2021). Marco de referencia 2021 para la acreditación de programas de ingeniería. Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.

Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., & Brodeur, D. R. (2014). *Rethinking engineering education: The CDIO approach*. Springer.

De Wit, H. (2020). Internacionalización de la educación superior: Una revisión crítica. Revista Internacional de Tecnología Educativa en Educación Superior, 17(1), 1-13.

De Wit, H. (2020). Internationalization of Higher Education. Routledge.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy, 29*(2), 109-123. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Felder, R. M., y Brent, R. (2016). Enseñanza y aprendizaje en STEM: Una guía práctica. Jossey-Bass.

Felder, R. M., & Brent, R. (2016). Teaching and Learning STEM. Jossey-Bass.

Foro Económico Mundial (WEF). (2020). Informe sobre el futuro del empleo 2020. Foro Económico Mundial.

Foro Económico Mundial (WEF). (2023). Informe sobre riesgos globales 2023. Foro Económico Mundial.

Friedman, T. L. (2005). La tierra es plana: Breve historia del siglo XXI. Farrar, Straus and Giroux.

Friedman, T. L. (2005). The World is Flat. Farrar, Straus and Giroux.

Graham, R. (2020). El estado global del arte en la educación en ingeniería. MIT.

Hudson, R. (2022). El papel de las asociaciones academia-industria en la educación en ingeniería. Revista de Educación en Ingeniería, 111(4), 560-577.

Knight, J. (2010). Internacionalización de la educación superior: Un marco conceptual. En J. Forest y P. Altbach (Eds.), Manual internacional de educación superior (pp. 207-227). Springer.

Lima, R. M., Andersson, P. H., & Saalman, E. (2017). Active learning in engineering education: A (re)introduction. *European Journal of Engineering Education, 42*(1), 1-4. https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1254165.

Male, S. A., Bush, M. B., & Chapman, E. S. (2011). An Australian study of generic competencies required by engineers. *European Journal of Engineering Education, 36*(2), 151-163. https://doi.org/10.1080/03043797.2011.569703

Marginson, S. (2019). Limitaciones de los rankings universitarios globales en la medición de la calidad de la educación superior. Estudios en Educación Superior, 44(2), 289-303.

Merriam, S. B. (2009). Investigación cualitativa: Una guía para el diseño y la implementación. Jossey-Bass.

OCDE. (2021). El futuro de la educación y las habilidades: Marco de educación 2030. Publicaciones de la OCDE.

OCDE. (2022). Panorama de la educación 2022: Indicadores de la OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

Prince, M. J., y Felder, R. M. (2006). Métodos inductivos de enseñanza y aprendizaje: Definiciones, comparaciones y bases de investigación. Revista de Educación en Ingeniería, 95(2), 123-138.

Schwab, K. (2016). La Cuarta Revolución Industrial. Foro Económico Mundial.

Schwab, K. (2020). Modelando el futuro de la Cuarta Revolución Industrial. Currency.

Stake, R. E. (1995). El arte de la investigación mediante estudio de caso. Sage Publications.

Stake, R. E. (1995). The Art of Case Study Research. Sage.

UNESCO. (2021). Reimaginando nuestros futuros juntos: Un nuevo contrato social para la educación. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

Yin, R. K. (2018). Case Study Research and Applications. Sage.

HABILIDADES BLANDAS: EL SECRETO DEL ÉXITO EN COMPETENCIAS DE INNOVACIÓN

SOFT SKILLS: THE SECRET TO SUCCESS IN INNOVATION COMPETITIONS

M. E. Cortés Hernández[1]
A. Zamora Díaz[2]
M. F. Esparza Posadas[3]

RESUMEN

La educación en ingeniería tradicionalmente se ha centrado en el desarrollo de competencias técnicas, pero las demandas actuales del mundo laboral requieren un enfoque más equilibrado que incluya habilidades blandas. Este artículo explora la relación entre la formación en ingeniería y las competencias blandas a través del caso del Rally Latinoamericano de Innovación 2024. En dicho evento, un equipo de estudiantes de primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial en la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) de la UNAM, demostró cómo habilidades como la comunicación efectiva, la creatividad, el trabajo en equipo y el liderazgo pueden marcar una diferencia significativa. A pesar de su limitada experiencia técnica, estos estudiantes lograron el segundo lugar a nivel nacional, evidenciando que las habilidades blandas son fundamentales para el éxito en competencias de innovación y en la práctica ingenieril en general.

ABSTRACT

Engineering education has traditionally focused on the development of technical competencies, yet the current demands of the workplace require a more balanced approach that includes soft skills. This article explores the relationship between engineering training and soft skills through the case of the Rally Latinoamericano de Innovación 2024. In this event, a team of first-semester students from the Ingeniería Industrial program at the Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) of the Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) demonstrated how skills such as effective communication, creativity, teamwork, and leadership can make a significant difference. Despite their limited technical experience, these students achieved second place at the national level, evidencing that soft skills are fundamental for success in innovation competitions and in engineering practice in general.

ANTECEDENTES

Para la ingeniería industrial, la formación técnica sólida es un requisito indispensable; sin embargo, el desarrollo de habilidades blandas como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva y la resolución de problemas es igualmente importante para el éxito profesional. En este contexto, eventos prácticos se revelan como herramientas pedagógicas valiosas, proporcionando un entorno dinámico que desafía a los estudiantes a aplicar y expandir tanto sus conocimientos técnicos como sus competencias interpersonales. Según una revisión sistemática realizada por Lengetti et al. (2021), estos eventos no solo promueven la colaboración y el aprendizaje activo, sino que fomentan fuertemente el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la adquisición de nuevas habilidades y un aprendizaje entusiasta por parte de los alumnos, elementos todos esenciales en la formación integral de futuros ingenieros industriales.

[1] Ayudante de Profesor. Facultad de Estudios Superiores Aragón. marloncortes20@aragon.unam.mx
[2] Profesora de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. angelazamora35@aragon.unam.mx
[3] Profesor de Asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. franciscoesparzae4@aragon.unam.mx

Existe una considerable oportunidad de mejora en cómo se miden las habilidades blandas entre los estudiantes durante su educación. Mientras que muchas instituciones se concentran en evaluar estas competencias al finalizar los estudios, incorporar evaluaciones continuas a lo largo de la carrera académica no solo refuerza el desarrollo de habilidades individuales, sino que también ofrece una perspectiva más detallada sobre el impacto de cada semestre. (Ávila et al., 2024).

En el ámbito del desarrollo educativo y la innovación en la ingeniería, el Rally Latinoamericano de Innovación, inspirado por la competencia internacional *"The 24 hs. of innovation"*, se ha llevado a cabo anualmente desde 2014. Este evento busca fomentar una cultura de innovación abierta y solucionar problemas reales de la región, integrando estudiantes de diversas disciplinas académicas.

Con la participación de la FES Aragón en el Rally desde 2017, se ha dado más visibilidad a las habilidades blandas como elementos de suma importancia más allá de las competencias técnicas tradicionales. Esto ha hecho que surja la necesidad de evaluar el impacto del desarrollo de competencias a lo largo de la formación académica, especialmente en cómo los estudiantes aplican estas habilidades en contextos de resolución de problemas reales.

Paralelamente, la investigación sobre el Aprendizaje Basado en proyectos (PBL) ha demostrado que este enfoque no solo mejora la retención de conocimiento técnico, sino que también desarrolla habilidades interpersonales y de liderazgo. Se ha enfatizado la importancia de integrar PBL en los currículos para preparar a los estudiantes de manera integral, ajustándose tanto a las demandas académicas como a las del entorno profesional global (John W. Thomas, 2000)

Adicionalmente, alineado con el proyecto de modificación del plan de estudios de la licenciatura en Ingeniería Industrial, la FES Aragón ha adoptado un enfoque constructivista en la enseñanza, marcando un cambio desde un modelo tradicional hacia uno que prioriza el aprendizaje activo y participativo. Este cambio busca relacionar la formación académica con los principios de interdisciplinariedad y multidisciplinariedad, subrayando la importancia del desarrollo del estudiante, no solo como futuro ingeniero sino también como agente de cambio en su entorno (Facultad de Estudios Superiores Aragón, [FES Aragón], 2021).

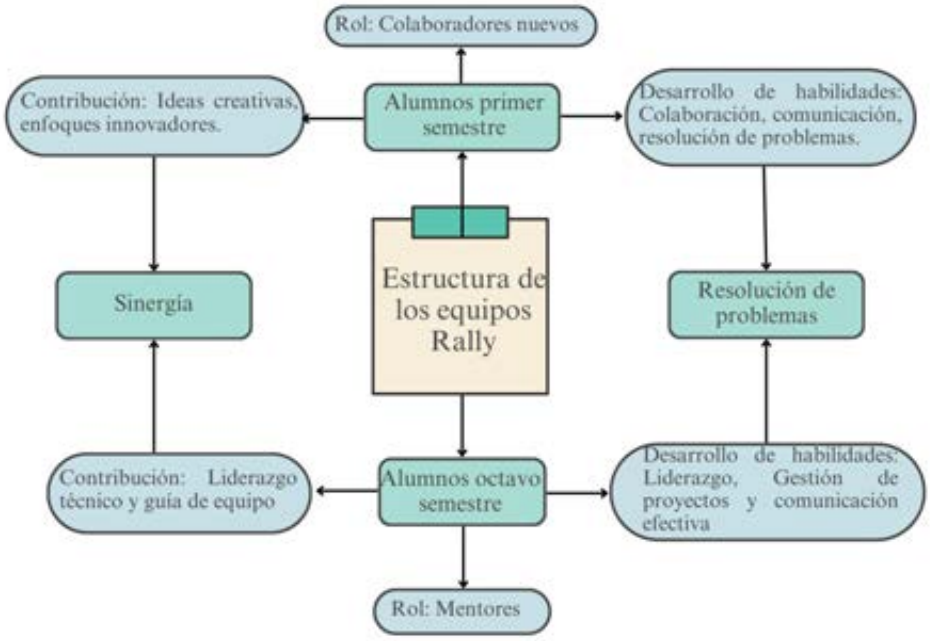
La formación multidisciplinaria y práctica en la enseñanza de la ingeniería ha llevado a la implementación de proyectos que faciliten el desarrollo competencial de los estudiantes, asegurando así la formación de profesionales capaces de enfrentar y resolver desafíos complejos en un entorno cada vez más interconectado y dependiente de la innovación tecnológica y social.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para preparar a los estudiantes de la FES Aragón para su participación en el Rally Latinoamericano de Innovación implicó varias fases, desde la formación inicial hasta la ejecución final del proyecto. La etapa principal como iniciativa comenzó con un proceso de motivación e incentivo, especialmente dirigido a los estudiantes de primer semestre, para superar la percepción de falta de experiencia técnica y fomentar un ambiente de colaboración entre los estudiantes de diferentes niveles académicos.

Los equipos se formaron como se muestra en la Figura 1, donde se observa que se integró a estudiantes de primer y octavo semestre para facilitar un flujo de conocimientos y experiencias. Esta estrategia permitió a los estudiantes más avanzados asumieran un rol de mentoría, proporcionando a los participantes de primer semestre habilidades técnicas y el apoyo necesario para poder responder a los desafíos del Rally.

Figura 1. *Estructura del equipo del Rally.*



Según Cook-Sather et al. (2014), este enfoque para la formación de equipos, refleja la visión de que la educación superior debe ser un proceso colaborativo y recíproco donde cada participante, a pesar de sus diferencias, contribuye de manera significativa al aprendizaje colectivo. Este método de intercambio de ideas impulsa el aprendizaje técnico y también promueve una educación más inclusiva, permitiendo que todos los estudiantes, sin importar su experiencia previa se beneficien de las oportunidades de aprendizaje mutuo.

En cuanto a la capacitación, se impartieron cursos especializados en habilidades críticas como la edición de video y el *Design Thinking*, los cuales fueron dirigidos por profesores de tiempo completo enfocados a la investigación. Estos cursos se implementaron a partir del año 2023 y fueron diseñados para contribuir con herramientas prácticas a las estudiantes necesarias para el desarrollo de proyectos innovadores.

Según la literatura sobre el *Design Thinking* en la educación superior, este enfoque pedagógico ofrece a los estudiantes la oportunidad de explorar y diseñar soluciones a problemas complejos del mundo real, promoviendo un aprendizaje transdisciplinario y basado en proyectos (Shahjahan et al., 2022; Haigh y Withell, 2020; Lake et al., 2021).

Este método, *Design Thinking*, reta la manera tradicional de ver las cosas en la educación; en vez de seguir siempre las mismas reglas y formas de enseñar, este enfoque anima a crear un

espacio donde los estudiantes pueden pensar y cuestionar cómo son las cosas hoy en día. También les permite imaginar nuevas formas de hacer las cosas que sean más justas y que respeten las diversas culturas y formas de pensar. Aunque se sabe que el *Design Thinking* ayuda mucho en cómo se enseña y se aprende, los expertos dicen que aún se necesita estudiar más sobre cómo este método puede hacer que la educación sea más inclusiva y profunda, es decir, que incluya a todos y que haga pensar más críticamente.

Véase el *Design Thinking* como un edificio, como se muestra en la Figura 2*,* en donde se logra mostrar las diferentes áreas de este, como, por ejemplo:

Base del edificio (Inicio y empatía): Donde se identifican los y se recopilan perspectivas diversas para comprender las necesidades reales.
Centro del edificio (Definición e ideación): Se analizan los problemas identificados y se generan ideas creativas para abordarlos.
Parte superior del edificio (Prototipo y pruebas): Se desarrollan y prueban soluciones para evaluar su impacto antes de su implementación completa.
Cúspide del edificio (Evaluación y reflexión crítica): Se reflexiona sobre los resultados obtenidos y se ajustan las soluciones para hacerlas más efectivas e inclusivas.
Entorno del edificio (Implementación y escala): Representa la aplicación de estas soluciones en un nivel más amplio dentro del sistema educativo.

Figura 2. *Edificio de Design Thinking.*

Desafío para solucionar

Durante el Rally, los estudiantes tienen que enfrentar algunos de los retos que se proponen en el evento y que requieres una aplicación directa de las habilidades de innovación para su solución. Uno de estos desafíos fue cómo integrar a las personas de la tercera edad a la sociedad, mientras otro equipo abordó la mejora de los servicios públicos de estacionamiento urbano medido por tiempo. Sin embargo, el desafío que llevó a unos de los equipos que participo en la sede de FES Aragón a alcanzar el segundo lugar a nivel nacional fue

desarrollar una solución para reducir el desperdicio de alimentos generados por los supermercados.

La solución propuesta fue una plataforma digital que utilizara *Inteligencia Artificial* (IA) y tecnología de *Internet de las Cosas* (IoT) para conectar supermercados y restaurantes con bancos de alimentos y comunidades vulnerables. Esta plataforma tiene el objetivo de facilitar la redistribución de alimentos próximos a vencer, reduciendo el desperdicio alimentario, los costos operativos y el impacto ambiental. Además, la implementación de tecnologías avanzadas como la IA y el IoT optimiza la logística de distribución y gestión de inventarios, haciendo el proceso más eficiente y menos dependiente de la intervención humana.

Todo este proceso metodológico empleado no solo preparó a los alumnos para enfrentar retos complejos y desarrollar soluciones viables, sino que también demostró la efectividad de combinar la enseñanza teórica con aplicaciones prácticas reales, preparando a los futuros ingenieros para contribuir de manera significativa a la sociedad y al ambiente empresarial.

Es importante identificar las habilidades necesarias para desarrollar estas soluciones, así como comprender su impacto para asegurar que sean viables y puedan ganar un reconocimiento destacado a nivel nacional. Este análisis se profundizará con la retroalimentación obtenida tras el evento, la cual se detalla en la sección de resultados.

RESULTADOS

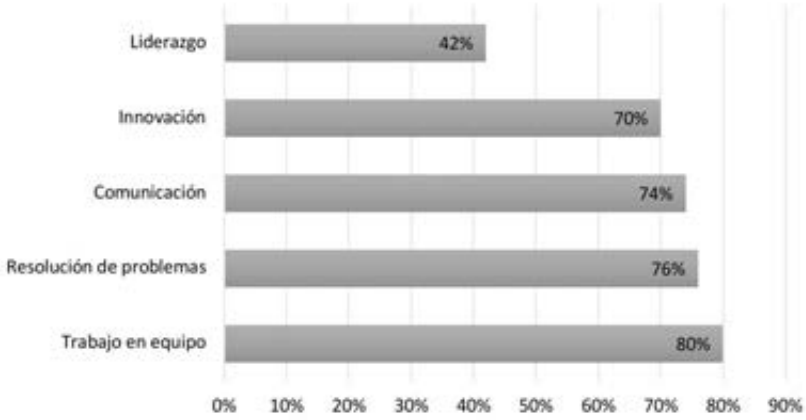
Como parte del proceso de retroalimentación de los participantes del Rally Latinoamericano y de Innovación 2024 particularmente la sede local FES Aragón UNAM, se realizó una encuesta de satisfacción para conocer desde la perspectiva del participante/estudiante, cuál fue el impacto de este evento dentro del desarrollo de competencias, a lo que el primer dato relevante a conocer es que de la población participante el 94% fue perteneciente de semestres iniciales y en su mayoría de primer semestre, mientras que el 6% era de semestre avanzados.

La encuesta constó de 19 preguntas de las cuales las de mayor relevancia fue en primer lugar conocer si fue una participación que permitió la identificación de problemas del área de ingeniería a lo que el como se muestra en la Figura 3, el 66% de los participantes tuvo la oportunidad de identificar pero también proponer soluciones ante lo que lograron detectar, particularmente este dato permite analizar el impacto que tiene la capacidad de razonamiento y de criterio del alumnado, un área muy importante ya que hablando de la práctica de su carrera, son este tipo de eventos los que permiten que incursionen al respeto y adquieran la experiencia que complemente la teoría que llevan a lo largo de la carrera.

Figura 3. *Identificación de problemas.*

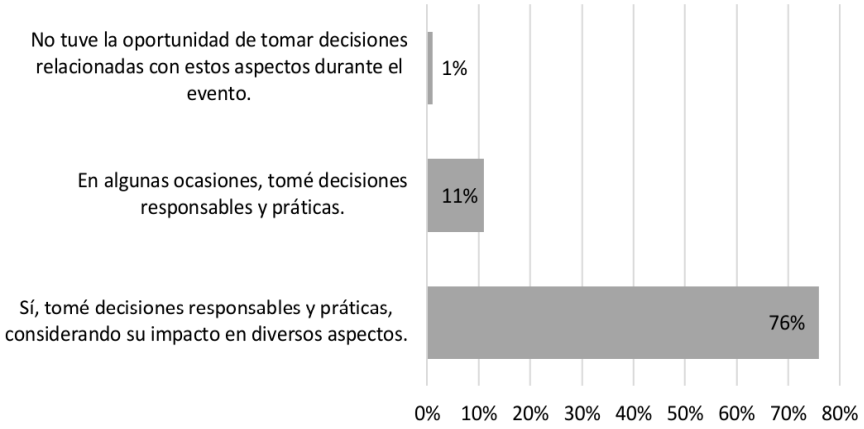
Otro de los análisis que se pueden rescatar es cómo percibieron el impacto del desarrollo de habilidades blandas al participar en esta competencia, si bien es importante el desarrollo práctico de temas técnicos de ingeniería, el desarrollo de habilidades blandas en el área de ingeniería industrial es fundamental, por lo que como se ve en la Figura 4, el 80% de los participantes considera necesario el trabajo en equipo, 76% consideran necesario la resolución de problemas, 74% la comunicación, 70% el desarrollo de innovación y 42% considera el desarrollo de liderazgo.

Figura 4. *Habilidades Blandas.*



Otra de las áreas relevantes a analizar que tanto este tipo de competencias les permitió realizar una toma de decisiones teniendo en cuenta el impacto de estas en áreas económicas, sociales y ambientales, particularmente considerando la importancia que tiene este elemento en la gestión y dirección de proyecto en el área de ingeniería industrial, por lo que como se observa ahora en la Figura 5, el 76% de los participantes compartió que sí tuvo la oportunidad de tomar decisiones teniendo las consideraciones de sus impactos, mientras que el 11% tuvo una toma de decisiones en menor dimensión y finalmente solo el 1% no tuvo la oportunidad de desarrollar dicha toma de decisiones, esto permite visualizar el impacto que tiene la labor de concientizaciones respecto a el desarrollo que tienen de forma práctica las decisiones de las y los ingenieros industriales.

Figura 5. *Toma de Decisiones.*



Finalmente sobre su participación en esta competencia el 96% de los participantes considera que su interacción fue satisfactoria por lo que volverían a participar, mientras que el 4% dice que su experiencia fue poco satisfactoria por lo que no volverían a participar, si bien este tipo de competencias en su mayor parte tuvieron un resultado positivo hay un porcentaje pequeño que atender para que sigan participando de este tipo de eventos que si bien permiten explorar nuevas experiencias tienen el objetivo de poner en práctica los conocimientos teóricos para el adecuado desarrollo de competencias dentro del proceso de formación académico propio de la carrera.

Cómo ejemplo del impacto que tuvo la participación en esta competencia (Rally Latinoamericano y de Innovación 2024) bajo la metodología que ya se detalló, en la edición del año pasado FES Aragón, obtuvo un segundo lugar a nivel nacional en la categoría de Impacto Social con un proyecto enfocado a la reducción de desperdicios alimenticios. El equipo que obtuvo dicho premio estuvo compuesto por alumnas de primer semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la FES Aragón. Y la premiación de este evento se llevó a cabo en el mismo año en la Ciudad de Aguascalientes como se ve en la Figura 6.

Figura 6. *Premiación Segundo Lugar en Impacto Social.*

CONCLUSIONES

Las conclusiones principales del Rally Latinoamericano de Innovación 2024 en la FES Aragón UNAM destacan la alta participación de estudiantes de primeros semestres, lo que indica que el evento resulta atractivo para quienes recién inician su formación. Esto sugiere que el Rally es una estrategia para introducir a los alumnos en experiencias prácticas desde el comienzo de su carrera. En cuanto a la identificación y resolución de problemas, más de la mitad de los participantes logró identificar desafíos dentro del área de ingeniería y proponer soluciones, lo que demuestra que la competencia contribuyó a mejorar su razonamiento y criterio, fortaleciendo la conexión entre la teoría y la práctica.

El desarrollo de habilidades blandas fue otro aspecto esencial, donde la mayoría de los participantes destacó la importancia del trabajo en equipo, la resolución de problemas, la comunicación, la innovación y menos de la mitad el liderazgo. Esto indica la relevancia del trabajo colaborativo y el pensamiento crítico como competencias clave en la ingeniería industrial. Asimismo, la competencia permitió que los estudiantes ejercieran la toma de decisiones considerando impactos económicos, sociales y ambientales, la mayoría de estos tomando en cuenta estos factores. Esto evidencia que el evento fomenta la conciencia sobre la responsabilidad de los ingenieros industriales en la gestión y dirección de proyectos. Finalmente, la satisfacción general de los participantes fue alta, asegurando que volverían a participar.

Entre las áreas de mejora y recomendaciones, se destaca la necesidad de una mayor inclusión de estudiantes de semestres avanzados, ya que solo el 6% de los participantes pertenecían a estos niveles. Para incentivar la participación del alumnado de semestres más avanzados, se implementará esta competencia como parte de una tutoría, con el objetivo de brindarles información clara y motivarlos a integrarse en futuras ediciones. Además, se plantea ampliar la vinculación del profesorado, invitando a los docentes a participar activamente en la competencia, ya sea como asesores, evaluadores o facilitadores del proceso, fortaleciendo así el impacto formativo del evento dentro de la comunidad académica.

Para mejorar la experiencia general, sería útil evaluar las razones de insatisfacción, mediante encuestas más detalladas o entrevistas que permitan identificar qué aspectos no cumplieron con sus expectativas y cómo mejorar en futuras ediciones. Se proponen estrategias para mejorar la experiencia de participación, como la implementación de más espacios de interacción y *networking* entre los estudiantes, asegurar que los recursos y herramientas para desarrollar soluciones sean accesibles y suficientes, y revisar la logística y metodología que se empleó durante el evento para garantizar que todos los equipos tengan las mismas oportunidades de aprendizaje y contribución.

Finalmente, el Rally Latinoamericano de Innovación 2024 en la FES Aragón UNAM tuvo un impacto positivo en los estudiantes, particularmente en el desarrollo de habilidades blandas. La alta participación de estudiantes de primeros semestres demuestra que es una estrategia efectiva para involucrarse en la aplicación práctica de sus conocimientos desde el inicio de su formación. Sin embargo, hay oportunidades de mejora, como la inclusión de estudiantes avanzados y la evaluación de las razones de insatisfacción para mejorar futuras ediciones.

BIBLIOGRAFÍA

Cook-Sather, A., Bovill, C., y Felten, P. (2014). Engaging students as partners in learning and teaching: A guide for faculty. Wiley.

Ávila, N., Zamora, Á., Esparza, M. F., y Cortés, M. (2024). Habilidades blandas en la formación de ingenieros industriales: perspectivas desde el contexto académico y laboral. *ANFEI Digital*, *16*, 420–420. https://doi.org/10.63136/read162024973pp420

Facultad de Estudios Superiores Aragón. (2021). Proyecto de modificación del plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería Industrial (Tomo I). Universidad Nacional Autónoma de México.

Oyetade, K., Zuva, T., & Harmse, A. (2024). Evaluation of the impact of hackathons in education. Cogent Education, 11(1). https://doi.org/10.1080/2331186x.2024.2392420

Shahjahan, R. A., Estera, A. L., Surla, K. L., y Edwards, K. T. (2022). "Decolonizing" curriculum and pedagogy: A comparative review across disciplines and global higher education contexts. Review of Educational Research, 92(1), 73–113. https://doi.org/10.3102/00346543211042423

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation. Recuperado de https://my.pblworks.org/resource/document/a_review_of_research_on_project_based_learning

ESTRÉS ACADÉMICO Y BURNOUT: ESTUDIO DIAGNÓSTICO EN ALUMNOS DE NUEVO INGRESO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

ACADEMIC STRESS AND BURNOUT: A DIAGNOSTIC STUDY ON FIRST-YEAR STUDENTS OF HIGHER EDUCATION

V. Espinoza Neblina[1]
E. Flores Ortiz[2]
L. González Guzmán[3]
T. Portillo Cubillas[4]

RESUMEN

Esta investigación pretende detectar factores relacionados al burnout en estudiantes de los cuatro programas de licenciatura ofertados en TecNM Campus Puerto Peñasco. Como primera fase, se selecciona el grupo de interés que son los estudiantes de nuevo ingreso a los programas educativos en el ciclo 2022-2023. En la segunda de las fases, se elige el instrumento a utilizar, el cual consiste en una adaptación del *Maslach Burnout Inventory,* misma que pretende no solo detectar de forma inmediata casos graves o casos que requieran una pronta intervención del departamento de psicología institucional, sino además brindar información sobre el estado emocional y físico de los encuestados. En la tercera etapa, se aplica el instrumento en cuestión a un grupo de 157 estudiantes de nuevo ingreso. En la siguiente y última etapa, con apoyo del software SPSS, la información es interpretada y analizada para su uso. Como resultados, se obtienen estadísticas descriptivas básicas pero útiles para medir el grado en que algunos factores que promueven el burnout están presentes en los estudiantes, factores como la tristeza, dificultad para concentrarse, trastornos del sueño, irritabilidad, depresión, consumo de drogas y alcohol, entre otros. Concluyendo en la importancia de tener apoyo sicológico temprano, proponiendo y llevando a cabo la ampliación del departamento de sicología y su personal, así como el seguir realizando este tipo de estudios para diagnóstico y seguimiento oportuno, que ayuden a reducir los niveles de deserción.

ABSTRACT

This research aims to detect factors related to burnout in students of the undergraduate programs offered at TecNM Campus Puerto Peñasco. As a first phase, the interest group is selected, which are the new students entering the educational programs in the 2022-2023 cycle. In the second phase, the instrument to be used was chosen, which consists of an adaptation of the Maslach Burnout Inventory, which is intended not only to immediately detect serious cases or cases that require prompt intervention by the institutional psychology department, but also to provide information on the emotional and physical state of the participants. In the third stage, the instrument was applied to a group of 157 incoming students. In the next and last stage, with the support of SPSS software, the information is interpreted and analyzed for its use. As results, basic but useful descriptive statistics are obtained to measure the degree to which some factors that promote burnout are present in students, such factors as sadness, difficulty concentrating, sleep disorders, irritability, depression, drug and alcohol consumption, among others. Concluding on the importance of having early psychological support, proposing and carrying out the expansion of the psychology department and its staff, and to continue to perform this type of studies for diagnosis and timely follow-up, which will help to reduce dropout rates.

ANTECEDENTES

La Organización Mundial de la Salud define el burnout como “un fenómeno relacionado con el entorno laboral que resulta del estrés crónico en el trabajo que no ha sido gestionado con éxito” (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021). Y se caracteriza por tres aspectos

[1]Profesor Asociado B. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. veronica.en@puertopenasco.tecnm.mx
[2]Profesor Titular A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. everardo.fo@puertopenasco.tecnm.mx
[3]Profesor Asociado A. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. luz.gg@puertopenasco.tecnm.mx
[4]Profesor Asociado B. Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. trinidad.pc@puertopenasco.tecnm.mx

principalmente: Agotamiento, Distanciamiento mental del trabajo y la Reducción de la eficacia profesional.

En este sentido, se identifica la misma sintomatología en los estudiantes de diferentes niveles educativos. Es un síndrome en el cual, la presión por la vida estudiantil en conjunto con factores sociales, emocionales, físicos entre otros, generan respuestas negativas, mostrando los estudiantes síntomas como agotamiento no solo físico, sino también mental, lo cual se traduce en ansiedad, decepción, frustración, rechazo, emociones de tristeza, ira, miedo, entre otras, bajando considerablemente el rendimiento académico. En los últimos tiempos los factores de agotamiento emocional se han intensificado, preocupando enormemente a profesores, tutores, directivos y demás partícipes de la educación.

Con el propósito de analizar dicha sintomatología, el proyecto centra su objetivo en los estudiantes de nuevo ingreso del instituto, ya que, el mayor índice de deserción ocurre en los primeros periodos, lo cual destaca la importancia de encontrar los elementos que inciden en este fenómeno, estudiándose con el propósito de determinar si las afectaciones o posibles factores de burnout presentes inciden en dichos índices. El estudio indagará sobre los aspectos que propician el burnout académico que pueden presentar los alumnos de los cuatro programas, a fin de proponer alternativas que permitan brindar orientación y canalización a las diferentes áreas ya sea internas y/o externas, así como a las dependencias de las que la Institución pueda apoyarse; del mismo modo, se busca que las autoridades escolares lleguen a consensar sobre las estrategias que pudieran contribuir en el combate de estas afectaciones.

El estudio consiste en aplicar un instrumento que arroje información confiable, fácil de interpretar y directa, que permita además obtener un panorama inicial sobre el nivel de estrés y frustración de los participantes del estudio. El instrumento, basado en el *Maslach Burnout Inventory* (Maslach y Jackson, 1981), se basa en un cuestionario de 18 preguntas relacionadas a emociones, sentimientos, hábitos, adicciones, entre otras cuestiones que determinan el nivel de estrés que manejan los estudiantes. Respondiendo al siguiente cuestionamiento: ¿los estudiantes de nuevo ingreso del ITSPP presentan factores que pueden desencadenar en un síndrome de Burnout? Además, mostrar un panorama parcial del estudiante, y en este sentido, catalogar elementos que se consideren relevantes ante la reprobación y deserción, entre otros aspectos académicos para que los jóvenes permanezcan y culminen sus estudios.

Objetivo General.

Identificar si existen factores presentes detonantes del burnout, como tristeza, ira, agotamiento, trastornos de sueño, desmotivación, entre otros, que afectan el desarrollo académico de la comunidad estudiantil en los cuatro programas educativos del Tecnológico Nacional de México, campus Puerto Peñasco.

Objetivos Específicos.

- Identificar el nivel de la presencia de factores que pueden contribuir al desarrollo del síndrome de burnout.
- Contribuir a la disminución de indicadores de rezago y abandono escolar mediante la detección temprana de problemas emocionales severos.
- Proponer medidas preventivas y estrategias de intervención.

Preguntas de Investigación

¿Cuáles son algunos factores presentes que pueden contribuir a la aparición y/o desarrollo de burnout en los estudiantes del ITSPP de nuevo ingreso?

¿Es factible la implementación de un instrumento que permita la detección oportuna de factores emocionales severos en estudiantes de nivel superior?

¿Qué medidas preventivas y de intervención podrían implementar las autoridades académicas del ITSPP para reducir el nivel de burnout entre sus estudiantes?

Justificación

Con el fin de contribuir en todos los aspectos mencionados, y siendo un tema poco estudiado en el ámbito educativo, esta investigación pretende mostrar la presencia de posibles factores detonantes del síndrome de burnout en los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco, quienes al igual que los trabajadores en las empresas u organismos permanecen y realizan tareas igualmente estresantes, cumpliendo con horarios similares a una jornada laboral, ajustándose a políticas y reglamentos institucionales, así como a presentar evaluaciones de desempeño constantes como en cualquier actividad productiva.

La importancia que puede atribuirse a la salud emocional de los estudiantes, es la misma que al sector productivo, ya que suele indagarse acerca de las posibles causas de deserción y rendimiento escolar, sin considerar de manera precisa la situación social, física y emocional que en algunos casos pueden ocasionar en los jóvenes la fatiga, estrés, ansiedad y desmotivación que el ambiente educativo puede llegar a generar, aunado a otros factores que de igual manera intervienen, como lo son la situación personal y familiar. Este estudio tiene como propósito fundamental determinar si los estudiantes de la institución manifiestan la presencia de algunos factores que desencadenen en ellos el síndrome burnout, con el objetivo de que se propongan alternativas que permitan brindar atención, orientación y canalización a las áreas o dependencias respectivas.

Utilidad del estudio para la formación de estudiantes de ingeniería

El presente estudio, subraya la necesidad de mejorar el bienestar emocional de los estudiantes y como consecuencia de esto, combatir los índices de deserción, un tema en el que la institución debe poner especial atención. Se resalta, además, la preocupación por la aparición de factores de agotamiento emocional que afectan a los estudiantes, lo que se complementa con el de tratar de identificar y analizar variables para sugerir estrategias de mejora en pro del bienestar físico y mental de los estudiantes del ITSPP.

METODOLOGÍA

Marco teórico

El concepto de *burnout* formó parte de los trabajos del Psicólogo H. Freudenberger quién en 1974 estudió el agotamiento físico y psicológico en trabajadores de la salud en la ciudad de New York. Freudenberger (1974) definió el síndrome de burnout como *un estado de agotamiento físico y emocional que resulta del estrés crónico en el trabajo, caracterizado por fatiga, frustración y una falta de motivación o compromiso, especialmente en profesionales que trabajan en el servicio a los demás*. (Estrada et al 2018) hacen un repaso cronológico de la evolución del concepto de burnout.

Es en 1981 que, derivado de los trabajos de la Psicóloga Christina Maslach, se consigue una herramienta que permite hacer una medición de dicho síndrome (Maslach et al., 1981)**,** este instrumento se conoce como el Maslach Burnout Inventory (MBI) y ha sido adaptado y validado en diversas ramas de la ciencia, entre ellas la educación, siendo en la actualidad la psicología el área con mayor cantidad de trabajos sobre el tema (Pepe-Nakamura et al., 2014).

El síndrome de burnout no es exclusivo de actividades laborales, puede ramificarse a múltiples áreas, entre ellas el sector educativo. El limitado número de investigaciones en esta área es el motivo de realizar trabajos como el presente. En este contexto, se lleva a cabo la presente investigación con estudiantes de nuevo ingreso, debido a que en los primeros semestres o niveles de estudio es cuando se presenta la mayor tasa de deserción y rezago educativo. Estas situaciones pueden estar relacionadas con diversos factores, como la carga académica propia de la educación superior, aspectos externos como los problemas económicos, familiares o sociales, así como elementos emocionales derivados de las dificultades cotidianas que enfrentan los estudiantes.

Alcance de la investigación

Esta investigación es del tipo exploratorio, pretende indagar sobre aquellos factores presentes que pueden abonar a la aparición de burnout en los estudiantes de los cuatro programas vigentes de la institución. Motivar con ello, estudios posteriores según los resultados encontrados.

Selección de la muestra

El muestreo utilizado fue por conveniencia, lo cual facilitó el proceso de recolección de los datos. Se utilizó un enfoque cuantitativo, ya que éste ayuda a tomar un muestreo representativo de acuerdo con lo que se desea medir, para ello, el universo muestral de este proyecto fue la matrícula del alumnado de nuevo ingreso del ITSPP de los cuatro programas académicos, contemplando todos aquellos estudiantes que se encontraban formalmente inscritos. Se aplicó el instrumento a 157 estudiantes de 183 inscritos totales.

Selección del instrumento

La intención es observar todas aquellas características ligadas al burnout que puedan desencadenar una deserción temprana o a mediano plazo. El cuestionario elegido para este estudio fue aplicado con anterioridad en el Tecnológico Nacional de México campus Cananea, perteneciente también a la red TecNM, obteniendo resultados valiosos para dicha institución, de ahí la decisión de aplicarla al interior del Tecnológico Nacional de México campus Puerto Peñasco. Los resultados obtenidos, en ambas ocasiones, fueron utilizados para la detección temprana de casos graves en los estudiantes, canalización y seguimiento a cargo de los departamentos de psicología institucionales.

El instrumento utilizado, ilustrado en la Tabla 1, está basado en el *Maslach Burnout Inventory* (Maslach et al., 1981), el cual, en su forma original, lo conforman tres áreas: *agotamiento emocional, indiferencia y eficacia personal* distribuidas en reactivos o preguntas con respuestas tipo Likert.

Tabla 1. *Cuestionario adaptado del MBI.*

	PREGUNTA	Nada	Poco	Regular	Mucho
1	Me siento triste o afligido (a).				
2	Tengo ganas de llorar constantemente.				
3	Tengo dificultad para concentrarme.				
4	Me siento con falta de confianza en mi mismo.				
5	Tengo dificultad para comprender las cosas.				
6	Me encuentro nervioso (a).				
7	Tengo dificultad para dormir o duermo mucho.				
8	Me irrito fácilmente.				
9	Contengo frecuentemente mis emociones.				
10	Tengo la confianza de platicar de mis problemáticas con personas cercanas				
11	Tengo problemas constantes con miembros de mi familia				
12	Acostumbro a dejar para el último la preparación de los trabajos.				
13	El sueño o el cansancio me impiden estudiar eficazmente en muchas ocasiones.				
14	Con frecuencia pienso que no vale la pena el tiempo y el esfuerzo que son necesarios para lograr una educación del nivel superior.				
15	Me siento habitualmente incapaz de concentrarme en los estudios debido a que estoy inquieto (a), aburrido (a) o de mal humor.				
16	Siento frecuentes deseos de abandonar la escuela y conseguir un trabajo.				
17	He pensado en quitarme la vida.				
18	He consumido drogas o alcohol hasta perder control de mi persona o de manera constante.				

Aplicación del instrumento

La etapa 3, aplicación del instrumento, estuvo a cargo del Departamento de psicología. Dicha tarea fue precedida por una plática de inducción con el objetivo de sensibilizar a los estudiantes y con ello garantizar fiabilidad en los datos obtenidos. El tiempo que demoró la plática de inducción y la aplicación del instrumento no superó 1 hora en cada uno de los grupos encuestados.

Para llevar a cabo esta etapa, se aplicó un instrumento conformado por 18 preguntas a un total de 157 estudiantes de recién ingreso de un universo de 183, es decir, fue cubierto el 85.8% de esta población.

Un objetivo perseguido desde un inicio fue la detección de casos graves. Es por ello, que el departamento de psicología tuvo acceso al nombre y matricula de cada una de las personas encuestadas, datos personales que fueron omitidos una vez que la información pasó a la fase de análisis.

Análisis de resultados

Después de la aplicación del instrumento adaptado y el análisis en el paquete *SPSS* se pudo constatar un alfa de Cronbach del 0.868 lo cual garantiza la consistencia o confiabilidad del cuestionario. La prueba de fiabilidad realizada al instrumento fue posterior a su aplicación, es decir, no se realizó prueba piloto alguna para validación.

Fue calculada también la medida KMO (Kaiser- Meyer- Olkin) obteniéndose un valor de 0.880 lo cual refiere a que el instrumento, aún modificado, muestra ser idóneo para la detección de estructuras internas o factores. Como complemento a esta medida, se realizó una prueba de esfericidad de Bartlett, la cual resultó ser significativa.

Presentación de resultados

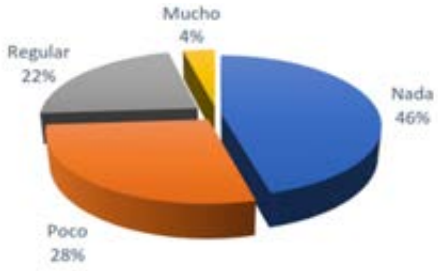
El instrumento estuvo conformado por 18 preguntas, aplicado a 157 sujetos de la población seleccionada. De éstas, fueron escogidas 8 de ellas para el estudio. Se consideró que en particular estas preguntas reflejaban en gran medida el agotamiento o desgaste que pudiese estar presente en los estudiantes, desgaste que según lo que se ha mencionado llevaría, bajo ciertas condiciones, a desencadenar un agotamiento generalizado o burnout.

Ante la primera pregunta *Me siento triste o afligido*, la Figura 1 muestra los hallazgos. Solo 30% de los encuestados menciona no sentir tristeza o aflicción, lo que lleva a que el 70% sí lo padece en algún grado. Para poner en contexto lo anterior, según la encuesta nacional sobre el acceso y permanencia a la educación en el 2021, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el indicador que buscaba medir la situación emocional de la población estudiantil mexicana, solo el 8.5% de los alumnos de nivel superior indicó sentirse triste o deprimido. Es clara la diferencia que existe entre el indicador nacional y el encontrado en esta ocasión. Una acción pertinente podría ser el tratar de indagar los motivos o circunstancias que están desencadenando dicha tristeza en los jóvenes.

Figura 1. *Me siento triste o afligido(a).*

La Figura 2, relativa a la pregunta *¿Tengo ganas de llorar constantemente?* muestra que el 54% de las personas experimentan ganas de llorar, en mayor o menor medida, señala además que más de la mitad de la población estudiada atraviesa por emociones intensas o de vulnerabilidad. Este dato sugiere que una parte significativa de los participantes podría estar enfrentando situaciones emocionales difíciles, como tristeza, estrés o frustración, que afectan su bienestar psicológico. El hecho de que la sensación de querer llorar no sea absoluta para todos los encuestados (es decir, se da en mayor o menor medida) refleja una diversidad en la intensidad de estas emociones, lo que podría implicar que algunos individuos son más sensibles a estas vivencias que otros.

Figura 2. *Tengo ganas de llorar constantemente.*



Una proporción considerable de la población de estudio experimenta dudas o inseguridad en cuanto a su confianza personal, esto se muestra en la Figura 3. El 69% de los participantes indicaron sentir falta de confianza, ya sea en mayor o menor grado, esto refleja una tendencia significativa que podría estar relacionada con factores emocionales, sociales o contextuales que afectan el bienestar y la autoestima de los individuos en el grupo estudiado. Este hallazgo podría ser indicativo de una necesidad de abordar temas relacionados con el fortalecimiento de la confianza y el apoyo emocional dentro de la población estudiantil.

Figura 3. *Me siento con falta de confianza en mí mismo.*

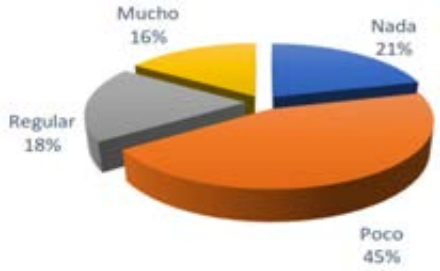
En los resultados expresados en la Figura 4, el hecho de que la respuesta abarque tanto grados mayores como menores de dificultad implica que los problemas familiares no son necesariamente extremos en todos los casos, pero sí están presentes en una proporción considerable de la población encuestada. Este dato podría señalar la necesidad de atención o intervención en áreas relacionadas con la resolución de conflictos familiares, el fortalecimiento de relaciones interpersonales y el apoyo emocional dentro de los hogares.

Figura 4. *Tengo problemas constantes con miembros de mi familia.*

Un 79% de los alumnos encuestados muestran en algún grado un estado físico inadecuado, como se observa en la Figura 5, al expresar que el sueño y el cansancio están presentes en muchas ocasiones impidiéndoles estudiar. En la actualidad diversas investigaciones tanto experimentales como clínicas han demostrado que el sueño tiene efectos positivos sobre distintos tipos de memoria (Carrillo et al., 2013) lo que deja ver la importancia de los buenos hábitos del sueño y descanso para el aprendizaje del joven universitario. Una característica de burnout es el decaimiento físico o cansancio, el cual, de forma progresiva o inmediata, provoca el incumplimiento de las responsabilidades, en este caso, compromisos como lo son entrega de tareas, proyectos, prácticas o hasta la asistencia a clases de forma ordinaria.

Un ciclo de sueño alterado y/o el cansancio físico juegan un papel fundamental en el desempeño óptimo del estudiante sin importar el nivel escolar en el que se encuentre. El insomnio puede generar problemas conductuales como irritabilidad, ansiedad, hiperactividad, impulsividad o agresión, además de ser un factor de riesgo para el desarrollo de depresión a largo plazo, todos estos factores están asociados fuertemente al burnout. (Carrillo et al., 2018). Un estado emocional inadecuado, trae consigo desmotivación y otros indicadores que impiden el cumplimento de las metas tanto personales como profesionales de los estudiantes.

Figura 5. *El sueño o el cansancio me impiden estudiar eficazmente en muchas ocasiones.*



En la Figura 6 se puede observar que un 50% de los alumnos que participaron en la investigación expresaron pensar con frecuencia que el abandono de su carrera es una buena idea. De acuerdo con Aristimuño (2014) el fracaso de un estudiante representa una problemática, no solo en lo educativo si no también reflejado en el ámbito personal.

Figura 6. *Con frecuencia pienso que no vale la pena el tiempo y el esfuerzo que son necesarios para lograr una educación del nivel superior.*

Se aprecia un indicador fundamental en este trabajo, el cual es el relacionado a pensamientos o intenciones suicidas en los estudiantes, la cual se presentó como *He pensado en quitarme la vida*, ilustrada en la Figura 7. El rápido actuar ante la presencia de esta problemática es de vital importancia. Es por lo anterior, que este rubro en particular desencadenó la rápida movilización por parte del departamento de psicología institucional ante la aparición de respuestas en los grados de *Poco*, *Regular* o *Mucho* del instrumento, hablando esto de una condición emocional no sana en los alumnos.

Cifras oficiales (INEGI, 2022) muestran que la tasa de suicidio en México en 2021 fue de 6.5 fallecimientos por cada 100 habitantes y el rango de edad donde mayormente se presenta

este fenómeno está entre los 15 y los 29 años, intervalo de edad en el que se encuentran los estudiantes encuestados.

Figura 7. *He pensado en quitarme la vida.*

Tanto el indicador 6 (*no vale la pena el esfuerzo por terminar una carrera*), como la Figura 8 (*deseos de abandonar la escuela*) expresan una gran falta de entusiasmo y determinación por concluir los estudios universitarios, alimentando la idea constante del abandono escolar.

Un 48% de los estudiantes encuestados se encuentran en esta situación. Según Gómez y Vázquez (2019) cuando no se cuenta con un plan de vida y carrera no se tiene claridad en cuál es la manera más realista de vivir, quién quieres llegar a ser y qué deseas hacer, estos planteamientos ayudarían a definir el establecimiento de metas por cumplir disminuyendo significativamente estos pensamientos constantes de abandono escolar.

Figura 8. *Siento frecuentes deseos de abandonar la escuela y conseguir un trabajo.*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La problemática generada por el síndrome de burnout incluye agotamiento físico y mental, falta de motivación en las actividades académicas e incluso en las comunes, propiciando poca o nula participación de los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Los estudios en relación con este tema manifiestan que este síndrome es resultado de la sobrecarga de actividades, la presión académica, la situación económica, la falta de apoyo, la falta de concentración, la competencia y presión social entre otros. Con base en los resultados encontrados y expuestos en esta investigación exploratoria, algunos factores detonantes del burnout están presentes y en nivel alto en los estudiantes universitarios de nuevo ingreso del TecNM campus Puerto Peñasco. Factores como lo son la tristeza, trastornos del sueño, irritabilidad, problemas de concentración, consumo de sustancias nocivas, depresión etc.

Además del entorno social y económico que enfrentan muchos de estos estudiantes, se suma la carga académica, la cual, en muchas ocasiones, se convierte en un factor desencadenante del agotamiento. Los resultados del estudio revelan que los factores asociados al burnout experimentado por varios de los alumnos de nuevo ingreso pueden llegar a superan las capacidades de los jóvenes, llevándolos en algunos casos a abandonar la carrera. Esto frustra sus intentos de superación y les priva de mejores oportunidades de desarrollo.

Es altamente factible la aplicación de instrumentos como el usado en esta ocasión, que tengan como finalidad la detección de situaciones emocionales severas en los jóvenes (como la intención de suicidio) y con ello provocar una atención adecuada y oportuna. La aplicación de encuestas como el MBI no representa un gasto excesivo de recursos para las instituciones de nivel superior, además, mucho del personal que ya labora en estas dependencias, tiene el conocimiento necesario para poder llevar a cabo ejercicios de análisis similares al expuesto en este estudio.

Como resultado del análisis, se sugirió la expansión del departamento de Psicología, ya que contaba únicamente con una psicóloga, lo que restringía la capacidad de atención a los casos y limitaba su horario a las mañanas. La institución acogió esta recomendación e incorporó a una psicóloga adicional para atender en el turno vespertino, lo que permitió aumentar la cobertura para los estudiantes. Se prevé que esta medida sea evaluada en investigaciones futuras para medir su impacto en la deserción escolar y el rezago académico.

Es fundamental implementar estrategias que promuevan el bienestar individual e institucional. A nivel individual, se debe fomentar el autocuidado y la salud mental, mientras que, a nivel institucional, se deben ofrecer recursos y personal capacitado para abordar el burnout. Además, es necesario sensibilizar sobre este síndrome y promover un ambiente académico saludable. Esta investigación señala que el burnout es un problema complejo debido a la cantidad de variables como el entorno académico, social, personal, entre otros, que intervienen en él.

BIBLIOGRAFÍA

Aristimuño, A. (2015). El fracaso escolar, ¿fracaso de quién? La modificación del concepto de fracaso. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva, 9*(1), 111–126. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5155505

Carrillo, R., Ramírez, J., & Magaña, J. (2013). *El sueño y su relación con la memoria en jóvenes universitarios*. Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento, 25(3), 45-58.

Carrillo-Mora, Paul, Barajas-Martínez, Karina Gabriela, Sánchez-Vázquez, Itzel, & Rangel-Caballero, María Fernanda. (2018). Trastornos del sueño: ¿qué son y cuáles son sus consecuencias? Revista de la Facultad de Medicina (México), 61(1), 6-20. Recuperado en 12 de marzo de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000100006&lng=es&tlng=es.

Estrada López, H. H., De la cruz Almanza, S. A., Bahamón, M. J., Pérez Maldonado, J. & Cáceres Martelo, A. M. (2018). Burnout académico y su relación con el bienestar psicológico en estudiantes universitarios. Espacios Revista. ISSN 0798 1015, Vol. 39 (No.15).

Freudenberger, H. J. (1974). Staff burn-out. *Journal of Social Issues, 30*(1), 159–165. https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1974.tb00706.x

Gómez-Ortiz, M. del P., & Vázquez-Domínguez, E. (2019). La importancia de un plan de vida y carrera. TEPEXI Boletín Científico De La Escuela Superior Tepeji Del Río, 6(11), 1-5. https://doi.org/10.29057/estr.v6i11.3813

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022, 8 de septiembre). Comunicado de prensa Núm. 503/22. Recuperado el 08 de agosto de 2023 de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2022/

Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. *Journal of Occupational Behavior, 2*(2), 99–113. https://doi.org/10.1002/job.4030020205

Organización Mundial de la Salud. (2021). Burn-out: Un síndrome relacionado con el estrés crónico en el lugar de trabajo que no ha sido gestionado con éxito. OMS. https://www.who.int

Pepe-Nakamura, A., Míguez, C., y Arce, R. (2014). Equilibrio psicológico y burnout académico. *Revista de Investigación en Educación, 12*(1), 32-39. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4736024.pdf.

APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS: TECNOLOGÍA MÓVIL PARA LA CAPACITACIÓN INNOVADORA EN TALLER DE CARPINTERÍA

PROJECT-BASED LEARNING: MOBILE TECHNOLOGY FOR INNOVATIVE CARPENTRY WORKSHOP TRAINING

N. E. Ramírez Escamilla[1]
N. G. Alfaro Cázares[2]
J. S. Hernández Rocha[3]

RESUMEN

Este trabajo aborda el uso de las metodologías de desarrollo de software, la realidad aumentada y el aprendizaje basado en proyectos (ABP) de un grupo de estudiantes de ingeniería inscritos en la asignatura Proyecto Integrador, dentro del programa educativo Ingeniero Administrador de Sistemas en una universidad del Noreste de México. Mediante el desarrollo de una aplicación móvil (APP móvil) cuyo objetivo es capacitar al personal de nuevo ingreso en la identificación y el uso de las herramientas especializadas que se utilizan en el taller de carpintería. Considerando la importancia de las nuevas formas de enseñanza aprendizaje mediante el uso de la realidad virtual y el aprendizaje basado en problemas (ABP).

En el desarrollo de este proyecto se contó con la guía y tutoría del docente para desarrollar una App móvil, a través del ABP. En conclusión, se establece que el ABP combinado con el uso de la realidad aumentada y las metodologías de desarrollo de software es una estrategia didáctica positiva, donde el estudiante realiza trabajo colaborativo, liderazgo, motivación y pensamiento creativo, aplicándolo durante la estancia en la institución educativa y replicándolo en el mundo laboral.

ABSTRACT

This paper addresses the use of software development methodologies, augmented reality, and project-based learning (PBL) by a group of engineering students enrolled in the Integrative Project course within the Systems Engineering Administration program at a university in northeastern Mexico. This study explores the development of a mobile application (APP) aimed at training new staff in the identification and use of specialized tools used in the carpentry workshop. Considering the importance of new teaching-learning methods through the use of virtual reality and problem-based learning (PBL).

The project involved the guidance and mentoring of the instructor to develop a mobile app using PBL. In conclusion, it is established that PBL combined with the use of augmented reality and software development methodologies is a positive teaching strategy, where students engage in collaborative work, leadership, motivation, and creative thinking, applying it throughout their time at the educational institution and replicating it in the workplace.

ANTECEDENTES

En la actualidad, las Instituciones de Educación Superior utilizan el ABP, con la finalidad que los estudiantes desarrollen las competencias como trabajo en equipo, liderazgo, motivación y pensamiento creativo. La realización de proyectos dentro del aula apoya en la formación integral para el futuro egresado, ya que a través del establecimiento de proyectos se busca dar una solución efectiva y positiva a problemáticas presentadas en el ámbito laboral.

[1] Coordinadora General de Gestión Social de la Subdirección de Vinculación. Universidad Autónoma de Nuevo León. nydia.ramirezes@uanl.edu.mx
[2] Secretaria Jurídica de la Subdirección de Vinculación. Universidad Autónoma de Nuevo León. neydi.alfarocr@uanl.edu.mx
[3] Estudiante del Programa Educativo Ingeniero Administrador de Sistemas. Sebastian.hernandezrch@uanl.edu.mx

Aún y cuando existen diversas metodologías una de las más utilizadas en las aulas es el ABP, porque apoya en el desarrollo de búsqueda de soluciones efectivas, garantizando que los involucrados apliquen lo aprendido de distintas materias cursadas durante la estancia en la institución académica (Hernández et al., 2023). Como antítesis se encuentran los autores Knowlton y Sharp (2003) y Molina et al. (2003), que menciona que la resolución de una problemática no es el objetivo final, sino el aprendizaje que obtiene el estudiante a través de la aplicación del ABP, porque adquieren conocimientos y habilidades que utilizaran en el aula y/o en el área de trabajo a través la aplicación de trabajo en equipo, investigar y responder a los desafíos que se pueden presentar (Vander, 2016).

El presente trabajo tiene como objetivo compartir la experiencia docente en el aula y el resultado del desarrollo de una App móvil, utilizando las metodologías de desarrollo de software, la realidad aumentada y el ABP, para que los trabajadores de nuevo ingreso reciban capacitación de las herramientas que utilizaran para elaborar y producir muebles de madera dentro del taller de carpintería y así bajar el riesgo de accidente laboral por el uso inadecuado de las herramientas. Por lo que se llegó a la pregunta de investigación: ¿Cuál es la metodología que promueve el trabajo colaborativo y apoya al desarrollo de competencias para la formación integral del futuro profesionista?

Como antecedente a la problemática que se buscaba dar una solución efectiva se encuentra el taller de carpintería ubicado al norte del estado de Nuevo León, donde se realiza la fabricación y elaboración de muebles, este taller se considera una pyme de tamaño pequeño, porque tiene aproximadamente 30 empleados. Los trabajadores utilizan herramienta básica como: lijadoras, pulidoras, cierras de mano, sierras circulares, máquina cortadora, pistolas de grapas, etc. y maquinaria para la elaboración de muebles.

La problemática que se presenta en el taller de carpintería es que los últimos meses se incrementó el número de accidentes, siendo el común denominador que el personal de nuevo ingreso no tiene el total conocimiento del uso adecuado de la herramienta, y esto sucede porque durante la inducción se muestra la funcionalidad, pero no los riesgos de los accidentes que pueden ser víctimas por el uso inadecuado de las herramientas.

Considerando que para una organización la capacitación es un proceso continuo que permite comprender las necesidades del entorno, pero que, no siempre se realiza en el tiempo estipulado o en ocasiones no se proporciona la capacitación adecuada o completa, teniendo consecuencias graves, que pueden poner en riesgo la vida del trabajador (Guiñazú, 2004).

La justificación de la elaboración de la App móvil es capacitar al personal de nuevo ingreso que tiene desconocimiento de algunas herramientas, o la incidencia de accidentes en los otros empleados, ya que, es de suma importancia que la empresa brinde seguridad al personal. Teniendo como beneficio la disminución de accidentes en el establecimiento.

El desarrollo de este trabajo fue en una facultad de ingeniería de una universidad del Noreste de México, durante el año 2024 en la asignatura Proyecto Integrador, para estudiantes de ingeniería a través del desarrollo de proyectos que proporcionen soluciones a problemáticas que ocurren en el mundo laboral utilizando el ABP como parte del Producto Integrador de Aprendizaje. La limitación con la que se contó fue el tiempo porque los proyectos solo tienen

el semestre en curso para realizarlo, sin embargo, este tipo de proyectos donde se realiza trabajo en equipo y la resolución a problemáticas que se presentan en el campo laboral se consideran importantes para la formación de futuros ingenieros.

METODOLOGÍA

Mondy (2005), define la capacitación como una actividad que debe realizar el centro de trabajo para mejorar la capacidad de los trabajadores e impactar favorablemente en el desempeño dentro de la institución. Chiavenato (2009), considera que a través de la capacitación se optimizan las competencias reflejando una productividad específica en el centro de trabajo.

Para Louart (1994), es necesaria la capacitación enfocada a los requerimientos específicos del área, así como, es importante identificar qué debe conocer el empleado para lograr los objetivos organizacionales y desarrollar los contenidos adecuados de la capacitación. Aún y cuando la capacitación es importante Bermúdez (2015), menciona que en ocasiones los dueños de Pymes no están dispuestos a pagar por un programa de capacitación, por lo cual buscan una capacitación innovadora y de bajo costo.

Para el desarrollo de este trabajo, que consiste en una App móvil para capacitar a los empleados de nuevo ingreso, estudiantes de Proyecto Integrador decidieron utilizar la metodología de cascada que inició con la comunicación de los requerimientos para el desarrollo del software, la planeación, modelado, construcción, finalizando con el despliegue, tal como se muestra en la Figura 1, buscando lograr una solución positiva a la problemática (Stsepanets, 2023 y Peralta et al., 2024).

Figura 1. *Modelo de la cascada o ciclo de vida clásico.*

Fuente: Pressman (2010)

Este modelo es usado cuando los requisitos del desarrollo se encuentran bien definidos, teniendo como alcance del proyecto, que este no cambie, y que el riesgo sea bajo ya que el cliente no realizará cambios sustanciales del proyecto.

También se utilizó la metodología educativa del ABP en el aula, por considerarse el más idóneo, ya que los estudiantes desarrollan el trabajo en equipo, liderazgo, pensamiento crítico al momento de dar una solución a una problemática a través del proyecto al final del semestre. Teniendo como entrega el producto integral del aprendizaje donde se muestra la solución a una problemática, utilizando propuesta innovadora y sustentable (Wu et al., 2021 y Olivos et al., 2022).

El equipo en primer lugar analizó el problema que presentaba el taller de carpintería sobre la capacitación al personal de nuevo ingreso, el costo que esta representa para la Pyme y el tiempo invertido, una vez recabada la información, establecidas las necesidades, se comenzó con el desarrollo de la App móvil, contando en todo momento con la guía del docente (Hernández et al., 2023).

En segundo lugar, los estudiantes comenzaron a desarrollar el software utilizando metodologías ágiles como Scrum, Programación extrema (XP), Crystal, Desarrollo adaptativo de software (ASD), etc. y metodologías tradicionales (Modelo Espiral, proceso racional unificado (RUP), Desarrollo de aplicaciones rápidas (RAD), Cascada, etc.) (Kumar y Kumar, 2014).

La guía recomendada por el docente para el desarrollo del software en este proyecto fue cascada o ciclo de vida clásico o lineal, esta metodología tradicional fue el primer modelo relevante en la industria del software, y uno de los más usados para este propósito (Pressman, 2010). También se considero como opción innovadora la utilización de entornos virtuales, por el beneficio del bajo costo para el dueño del taller, y la forma sencilla en que los trabajadores recibirían la capacitación sobre el conocimiento de las herramientas y el uso apropiado de las mismas.

Durante el proceso del software se volvió a considerar la cascada o ciclo de vida clásico porque se incluyen las fases: requisitos, donde se establecen y documentan los requerimientos para llevar a cabo el proyecto; posteriormente comenzar con el análisis y diseño del software; implementar el sistema de acuerdo a lo planeado; se realizaron las pruebas para verificar que se cumpliera con lo esperado; finalizando en el momento en que se mostró al cliente y se realizaron las correcciones y actualizaciones dentro del mantenimiento para asegurar funcionamiento de acuerdo a lo proyectado. En la Figura 2, se muestra el ciclo del desarrollo del software para la App móvil.

Figura 2. *Metodología de cascada para el proceso.*

Fuente: Pressman (2010)

Posteriormente el equipo, para tener un mejor control de los tiempos desarrolló un cronograma de las actividades a realizar, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Cronograma del proyecto.*

Proyecto	Inicio	Fin aproximado
"CapacitApp"		
1. Definición de requerimiento		
Recaudación de requerimientos del cliente		
2. Análisis y diseño		
Analizar el orden de la información		
Comenzar el bosquejo		
Establecer el diseño		
3. Implementación		
Elaboración de la base de datos		
Contenido del menú		
Reunir los elementos en Unity		
4. Pruebas		
Realizar pruebas (las veces que sean necesarias)		
Realizar correcciones		
Exportación de la aplicación a un dispositivo móvil		

Etapas del proceso

1. Definición de requerimientos. Esta etapa inicial del proyecto fue importante porque se realizó la reunión con el cliente para conocer los requerimientos del taller. La recaudación de información fue través una serie de preguntas, así como la recolección de la documentación necesaria sobre el contenido del producto y las necesidades del cliente.
2. Análisis y Diseño de software. Una vez recaudada la información, se compartió con el cliente el desarrollo del proyecto, para continuar con la reunión del equipo donde se realizó la lluvia de ideas para definir cómo sería el diseño que más se adecuaba a las necesidades del cliente, considerando en todo momento las especificaciones proporcionadas y procurando cumplir con el funcionamiento óptimo de la aplicación.
3. Implementación. En esta etapa del proyecto se comenzó el desarrollo digital de los aspectos establecidos para dar inicio al prototipo funcional utilizando realidad virtual para el proceso.
4. Pruebas del sistema. Para esta etapa fue importante realizar las pruebas necesarias para la comprobación de lo funcional del prototipo, posteriormente mostrarlo al cliente, y tener retroalimentación sobre sí se cumplían o no las expectativas del desarrollo de la App móvil, para la capacitación a los empleados de nuevo ingreso y dar por finalizado el proceso de desarrollo. En la Figura 3 se muestra el proceso de instalación de la App móvil.

Figura 3. *El App móvil.*

Mientras que la Figura 4 evidencia como se puede descargar la App móvil.

Figura 4. *El App móvil descargada den el celular.*

En la Figura 5 se puede observar el menú que despliega la App móvil para seleccionar un tipo de herramienta.

Figura 5. *El Menú que se despliega.*

y la Figura 6, es un ejemplo de la imagen de la herramienta y un texto del uso que se le puede dar a través de la realidad aumentada.

Figura 6. *Herramienta y el uso.*

RESULTADOS

El resultado del proyecto propuesto por el equipo de estudiantes de la asignatura de Proyecto Integrador fue positivo para la problemática seleccionada, que consistía en la capacitación de los empleados de nuevo ingreso en el taller de carpintería mediante realidad aumentada, desarrollando la App móvil, ofreciendo una solución efectiva y sustentable al taller.

Como resultado en esta investigación se comprobó que la utilización del ABP para la identificación y resolución de un problema, desarrolla en los estudiantes el trabajo colaborativo con innovación, liderazgo y creatividad, contando siempre con la guía del docente en el aula.

También se muestra la relevancia del uso de la realidad aumentada, para procesos de capacitación sustentable, sin representar un gasto elevado por la contratación de recursos humanos para realizarla.

CONCLUSIONES

El ABP es una solución efectiva para la búsqueda de una constante mejora continua, como es el caso de la elaboración de este proyecto, en el cual los estudiantes buscaron solución positiva a la problemática establecida de la falta de capacitación del personal de un taller de carpintería y la propuesta como resolución a la problemática fue desarrollar la App móvil a través de realidad aumentada, con la cual pudieran capacitarse a los nuevos trabajadores y así tuvieran el conocimiento previo de la herramienta y maquinaria que operarían en la jornada laboral durante la elaboración de fabricación de muebles.

El uso de la App móvil para la capacitación proporciona la seguridad de recibir la información de forma segura y didáctica a bajo costo, novedosa e innovadora. Se comprobó que el entorno virtual y la realidad aumentada son opciones innovadoras que facilitan el aprendizaje y la capacitación para el problema aquí presentado.

El uso de la estrategia de combinar ABP, realidad aumentada y modelos de desarrollo de software en el aula, permiten a los estudiantes adquirir mayores habilidades blandas, así como también, aprender sobre nuevas tecnologías, obteniendo una preparación para la inserción en la vida laboral. En conclusión, en el desarrollo de este trabajo se destaca la importancia de combinar diversas metodologías en estrategias que conduzcan a la formación de futuros ingenieros.

BIBLIOGRAFÍA

Bermúdez, L. (2015). Capacitación: una herramienta de fortalecimiento de las pymes. *InterSedes, 16*(33), 3–25. https://doi.org/10.15517/isucr.v16i33.19022

Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento Humano*. McGraw Hill

Guiñazú, G. (2004). Capacitación efectiva en la empresa. *Invenio*, vol. 7(12), pp.103-116 https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3331390

Hernández T., Gaspar, Y, Oropeza, J., Salazar, J. (2023) Aprendizaje basado en proyectos, caso de éxito: Aplicación Lectoweb. *Revista Electrónica ANFEI Digital,* vol. 10(15). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/929

Knowlton, D. y Sharp, D.C. (2003). Problem-based learning in the information age. Semantic. https://www.semanticscholar.org/paper/Problem-based-learning-in-the-information-age-Knowlton-Sharp/bd88419e37d9555349b80e05ff805342e7ee5e1e

Kumar, G. y Kumar, P. (8-14 de febrero de 2014). *Comparative analysis of software engineering models from traditional to modern methodologies,* 2014 Fourth International Conference on Advanced Computing & Communication Technologies, Rohtak, India. https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/6783005/proceeding

Louart, P. (1994). *Gestión de los Recursos Humanos.* Ediciones Gestión 2000.

Molina, J., García, A., Pedraz, A., & Antón, M. (2003). Aprendizaje basado en problemas: Una alternativa al método tradicional. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria, 3*(2), 79–85. http://campus.usal.es/~ofeees/NUEVAS_METODOLOGIAS/ABP/molina.pdf

Mondy, R. y Noe, R. (2005) *Administración de los Recursos Humanos.* Prentice Hall International.

Olivos, I., Suárez, J., Núñez, A. (2022). Aprendizaje basado en proyectos utilizando un simulador de circuitos eléctricos. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, Vol. 9(14). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/787

Peralta, M., Jiménez, S., Estrada, Y. (2024). Aprendizaje basado en proyectos: una estrategia para enfrentar exigencias del campo laboral centrado en calidad. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, vol. 11(16), 542-551. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/986

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico*. McGraw-Hill.

Stsepanents, A. (17 de enero de 2024). Modelo cascada (Waterfall): qué es y cuándo conviene usarlo. Ganttpro https://blog.ganttpro.com/es/metodologia-de-cascada/

Vander, T. (19 de mayo de 2016). Building Better Teams for Project-Based Work. *Getting Smart.* https://www.gettingsmart.com/2016/05/19/building-better-teams-for-project-based-work/

Wu, L., Fischer, C., Rodríguez, F., Washington, N., & Warschauer, M. (2021). Project-based engineering learning in college: Associations with self-efficacy, effort regulation, interest, skills, and performance. *SN Social Sciences, 1*, 287. https://link.springer.com/article/10.1007/s43545-021-00286-4

ESTRATEGIA ECOEDUCATIVA PARA INCENTIVAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN EDUCACIÓN SUPERIOR

ECOEDUCATIONAL STRATEGY TO ENCOURAGE MEANINGFUL LEARNING IN HIGHER EDUCATION

M. A. Cruz Rodríguez[1]
M. Alvarado Arellano[2]
C. García Franchini[3]
B. Pérez Rojas[4]

RESUMEN

El desarrollo del "pensamiento sistémico" (Scardamalia, 2010, pág. 47) en la formación de los ingenieros como ciudadanos globales tiene una relevancia importante como habilidad de los egresados de las Instituciones de Educación Superior (IES) para enfrentar los retos del siglo XXI en un mundo global e interconectado. La ecoeducación es una respuesta metodológica para la nueva escuela mexicana; por lo que el objetivo de esta investigación es determinar las capacidades y habilidades que pueden integrar una estrategia ecoeducativa que pueda servir a los docentes para incrementar el aprendizaje significativo en los estudiantes; el estudio tiene un enfoque cualitativo con un alcance descriptivo, con un diseño no experimental y transversal, en donde no se manipularán las variables, se utilizó un muestreo por conveniencia. Los principales resultados que se obtuvieron fueron que el estudiante relaciona de manera muy clara el concepto ecoeducación como una estrategia que integra las emociones, las inteligencias múltiples, las habilidades y los estilos de aprendizaje muy particulares de cada estudiante así como las principales habilidades que el alumno prefiere desarrollar como el uso de las tecnologías de la información en un 85.7%, el fortalecimiento de la capacidad de organizar y planificar 85.7%; la aplicación de la visión holística y sistémica 78.6%; el reforzamiento de las habilidades para buscar, analizar y procesar la información 78.6%; que promueva el trabajo colaborativo 92.9%; que promueva la inclusión, el autodesarrollo y la autonomía 71.4%; que incentive la creatividad 85.7%.

ABSTRACT

The development of "systemic thinking" (Scardamalia, 2010, p. 47) in the training of engineers as global citizens is highly relevant as a skill for graduates of Higher Education Institutions to face the challenges of the 21st century in a global and interconnected world. Ecoeducation is a methodological response to the new Mexican school system. Therefore, the objective of this research is to determine the capacities and skills that can be integrated into an ecoeducational strategy to help teachers enhance meaningful learning in students. The study follows a qualitative approach with a descriptive scope, employing a non-experimental and crosssectional design where variables are not manipulated, and a convenience sampling method was used. The main results showed that students clearly associate the concept of ecoeducation with a strategy that integrates emotions, multiple intelligences, skills, and the unique learning styles of each student. Additionally, the key skills that students prefer to develop include the use of information and communication technologies 85.7%, strengthening their ability to organize and plan 85.7%, enhancing holistic and systemic vision 78.6%, improving skills for searching, analyzing, and processing information 78.6%, promoting collaborative work 92.9%, fostering inclusion, self-development, and autonomy 71.4%, and encouraging creativity 85.7%.

ANTECEDENTES

En un mundo global los egresados de las ingenierías requieren habilidades integrales para enfrentar los retos del siglo XXI como ciudadanos globales en un mundo interconectado, la

[1] Profesora de carrera. Instituto Tecnológico de Puebla. adelina.cruz@puebla.tecnm.mx
[2] Profesora de carrera. Instituto Tecnológico de Puebla. martha.alvarado@puebla.tecnm.mx
[3] Profesor de carrera. Instituto Tecnológico de Puebla. carlos.garcia@puebla.tecnm.mx
[4] Profesora de carrera. Instituto Tecnológico de Puebla. beatriz.perez@puebla.tecnm.mx

capacidad de desarrollar el pensamiento sistémico, creatividad e innovación, pensamiento crítico, resolución de problemas, apropiación de las tecnologías digitales, son necesarias para un proceso educativo integrador así como el correcto manejo de la información, vida y carrera, responsabilidad personal y social, ciudadanía global y local, son habilidades importantes que se fortalecen a lo largo de la vida académica de los estudiantes (Scardamalia, 2010), de ahí parte la importancia en la innovación en el proceso de formación de ingenieros del país y de las nuevas formas de enseñanza aprendizaje con una visión de la totalidad.

La presente investigación pretende proponer elementos que pueden integrar una estrategia ecoeducativa a través de la vertiente de la visión holística y sistémica que permita incentivar el aprendizaje significativo en los estudiantes de ingeniería del Instituto Tecnológico de Puebla (ITP), ya que las estrategias de enseñanza utilizadas como recursos impactan el aprendizaje significativo del estudiante.

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) en su Modelo Educativo para el Siglo XXI: Formación y desarrollo de competencias profesionales, (DGEST, 2012), establece el desarrollo de las competencias instrumentales, intrapersonales y sistémicas en los planes y programas de estudio de las ingenierías, siendo la competencia capacidad de análisis y síntesis una de más importantes ya que una visión global del mundo requiere del desarrollo del pensamiento holístico y sistémico para que el estudiante y el egresado del TecNM puedan integrar en los escenarios el pensamiento sistémico y ser más asertivos en la toma de decisiones.

La investigación parte de la observación, en primer lugar, de los ejercicios que realizaron los alumnos en clase al trabajar la competencia de análisis y síntesis, en segundo lugar, de la estadística obtenida en un estudio previo donde el 49.5% de los estudiantes no llevan a la práctica de manera adecuada las estrategias de adquisición, codificación, recuperación y apoyo al procesamiento de la información (Cruz, 2024); a partir de estas estadísticas surge la inquietud de realizar una investigación cuyo objetivo permita dar respuesta al problema y reforzar estas estrategias específicamente el pensamiento sistémico a través del enfoque ecoeducativo con la pregunta ¿cuáles son elementos principales que pueden integrar una estrategia ecoeducativa en su vertiente de la visión holística y sistémica?

El impacto de la investigación es la propuesta de una estrategia ecoeducativa para los estudiantes de ingeniería del Instituto Tecnológico de Puebla al finalizar el semestre agosto-diciembre 2024, con los resultados obtenidos se puede proponer una estrategia institucional que beneficie a la población estudiantil del (ITP) para el fortalecimiento del pensamiento sistémico no solo dentro del aula sino en el ámbito laboral para un desarrollo adecuado dentro de un contexto global.

El concepto ***Ecoeducación*** fue propuesto en base al pensamiento sistémico, pensar “en términos de conectividad, relaciones y contexto” (Capra, 1996, pág. 48). Este término se vino acuñando a partir de la Teoría General de Sistemas propuesta por Bertalanffy que desde entonces habla sobre el concepto de “totalidad” (Bertalanffy, 1989) aplicada a los sistemas complejos y sus propiedades. En el ámbito de educación los principales antecedentes de investigaciones y de publicaciones encontradas con los temas sobre ecoeducación en México según (Gallegos, 1996, pág. 2), es una “propuesta de un modelo universitario Ecoeducativo”

que permita dar respuesta a la nueva educación mexicana para que el estudiante desarrolle su pensamiento sistémico y una visión global del mundo insertando todas las variables que inciden en una situación, un caso laboral, un tema de clase y que sea posible integrando el concepto de totalidad.

Actualmente las universidades mexicanas no han profundizado suficientemente en el problema de cómo hacer suyas las nuevas visiones del mundo: sustentabilidad, globalización, ecoeducación, holismo, comunidades de aprendizaje, ciudadanía global, ecología, investigación de frontera, entre otras. Por ello, el reto actual consiste en plantearse el problema de la existencia de modelos educativos incapaces de generar conocimiento pertinente y creativo, si la universidad quiere aportar algo que sea significativo para la vida de nuestro país, deberá transitar desde modelos educativos lineales hasta un modelo ecosistémico basado en lo mejor y más nuevo de la ciencia.

"Este modelo ecoeducativo ha de permear las nuevas estructuras académicas". (Gallegos, 1996, pág. 3) por tanto, las misiones de las Instituciones de Educación Superior (IES) se sugiere reorientarse a manejar un enfoque en donde convergen la dimensión sustentable, la visión holística y sistémica y la educación permanente a lo largo de la vida del estudiante.

Europa en el año 2001, propuso el Proyecto Tuning Educational Structures in Europe (UNESCO, 2003) con el propósito de avanzar en un diseño curricular de la Unión Europea. Posteriormente, en América Latina entre 2011-2013 también se propuso el Proyecto Tuning de América Latina, donde se determinaron las principales competencias por áreas de conocimiento para enriquecer las currículas de educación superior, el TecNM como Institución de Educación Superior retoma estos estudios para desarrollar su modelo basado en competencias.

El ***pensamiento sistémico*** de la ecoeducación parte del planteamiento de la "totalidad integrada" (Clark, 1997, pág. 74), en donde la observación de la totalidad es el principio fundamental ya que "no es lo mismo observar un árbol a observar un bosque" (Capra, 1996); Es decir, el pensamiento sistémico ayuda al estudiante a integrar todas las posibles interrelaciones de un tema de estudio u objeto de investigación; ver más allá y conceptualizar la integración de todas las posibles causas.

El ***aprendizaje significativo*** es otro concepto importante en el proceso educativo porque es el "mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representadas por cualquier campo del conocimiento" (Ausbel, 1976, pág. 78), a partir de esta aportación entendemos que, en el aprendizaje significativo considera integrar la interpretación que el estudiante le da al proceso de adquisición, organización, recuperación y procesamiento de la información, aun cuando aprende en otros espacios no formales ya que el proceso de educación es permanente y se da a lo largo de toda la vida.

METODOLOGÍA

De acuerdo con un estudio previamente realizado y con los resultados obtenidos en relación con las estrategias de aprendizaje de los estudiantes en el (ITP) en los que se aplicó en el año 2024 el test "Estrategias de aprendizaje ACRA", el cual permite conocer en la escala I cómo adquieren información los estudiantes (20 preguntas), escala II, cómo codifican la

información (46 preguntas), escala III cómo recuperan la información (18 preguntas) y escala IV cómo procesan la información los alumnos (35 preguntas). Se utilizaron únicamente los resultados de la escala II que midieron las ***estrategias de codificación*** de información que están directamente relacionadas con ***elaboración de relaciones*** (Sánchez, 2001) y que nos permitieron conocer la capacidad que tiene el estudiante al trabajar el ***pensamiento sistémico***.

De acuerdo con (Cruz, 2024, pág. 314), los resultados de la medición de la Escala II estrategias de codificación que apoya al desarrollo del ***pensamiento holístico y sistémico*** fue que el 43% de estudiantes conocen y hacen uso de las estrategias de codificación de información mientras que el 57% de los estudiantes refieren muy poco conocimiento para utilizar estrategias de codificación de información.

El enfoque de la investigación será cualitativo con un alcance descriptivo, con un diseño no experimental y transversal, en donde no se manipularán las variables y se recolectará la información en un solo momento; se utilizó un muestreo por conveniencia de 14 estudiantes de ingeniería del ITP, de los cuales el 50% fueron hombres y el 50% mujeres, con un rango de edad de 19-22 años de las carreras 14.28% Ing. Gestión Empresarial, 14.28% Ing. Industrial, 14.28% Ing. Logística, 14.28% Ing. Mecánica, 14.28% Ing. Eléctrica, 14.28% Ing. Electrónica, 14.28 Ing. Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

El instrumento de recolección de datos fue una entrevista a profundidad de seis preguntas que van dirigidas para indagar en primer lugar el conocimiento que tiene el alumno con el concepto ecoeducación, también se hicieron preguntas para conocer qué elementos son relevantes para los estudiantes al trabajar una estrategia integral, y conocer las principales habilidades instrumentales, intrapersonales y sistémicas que los alumnos prefieren trabajar dentro de las aulas.

La entrevista se aplicó en el semestre agosto-diciembre 2024 en el mes de noviembre, una vez realizada se procedió al análisis cualitativo de la información y se desarrolló la propuesta de integrar los elementos que pueden considerarse para estructurar una estrategia ecoeducativa.

RESULTADOS

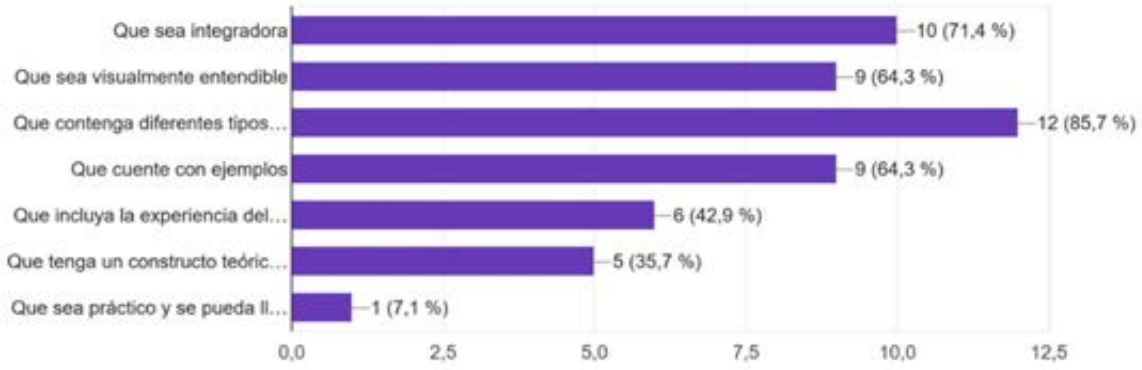
Pregunta 1.- ¿Qué entiende por la palabra ecoeducación? (Sea explícito en su respuesta).

1. El estudiante relaciona de manera muy clara el concepto ecoeducación con la sustentabilidad, la sostenibilidad, la ecología, el cuidado del planeta, la generación de consciencia, la no explotación de los recursos naturales de manera indiscriminada.
2. De igual manera vinculan el concepto en el ámbito social, como un estilo de vida.
3. En materia educativa lo entiende como una estrategia que integra las emociones, las inteligencias múltiples, las habilidades y los estilos de aprendizaje muy particulares de cada estudiante.

Pregunta 2.- ¿Qué elementos consideraría para elaborar una estrategia ecoeducativa? En la Figura 1 se pueden observar las respuestas de los alumnos con relación a los rasgos que más destacaron en la integración de una estrategia ecoeducativa por orden de importancia:

1. Que contenga diferentes tipos de recursos tecnológicos como videos cortos, ligas de páginas, audios, etc., 85.7%.
2. Que sea integradora, 71.4%.
3. Que sea visualmente entendible, 64.3%.
4. Que cuente con ejemplos, 64.3%.

Figura 1. *Elementos para considerar de una estrategia Ecoeducativa.*



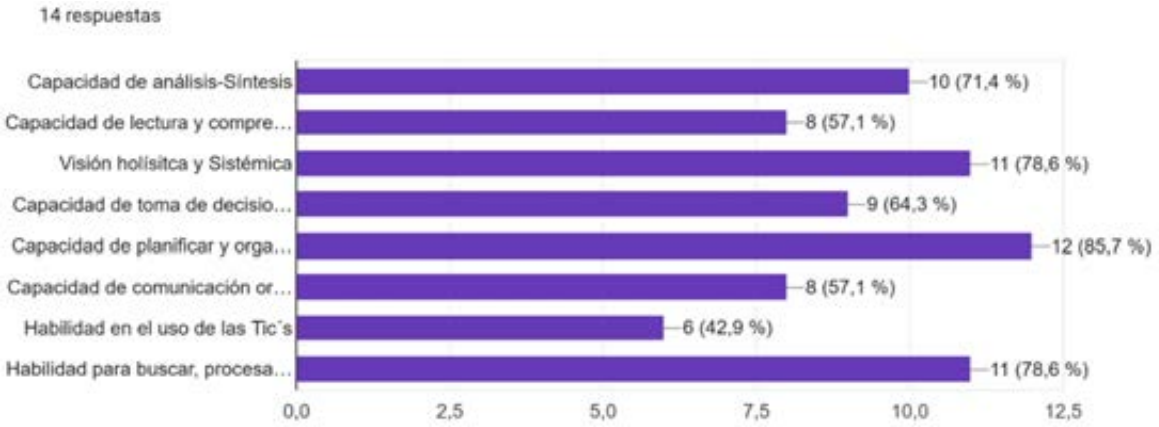
Pregunta 3.- ¿Qué propuestas realizaría para que la estrategia Ecoeducativa sea inclusiva, es decir que incluya a todos los estudiantes?

1. Realizar actividades que fomenten la *sustentabilidad*, como la creación de proyectos de conservación y limpieza del entorno.
2. Que se incluya a los estudiantes con algún tipo de *capacidad diferente* en la participación de proyectos.
3. Que se respete la forma de aprender de cada alumno.
4. Que los docentes tengan paciencia y tolerancia en los procesos de aprendizaje.
5. Que los diferentes conocimientos sean accesibles para todos por igual.
6. Que las estrategias educativas sean de fácil entendimiento para una mejor comprensión.
7. Que las actividades en clase ayuden a la sana convivencia entre los alumnos.

Pregunta 4.- ¿Qué habilidades instrumentales integrarían la estrategia ecoeducativa? En la Figura 2 se pueden observar las respuestas de los estudiantes donde la mayoría contestó que las habilidades instrumentales que apoyan a una estrategia ecoeducativa en orden de importancia son:

1. *Capacidad de planificar y organizar, 85.7%.*
2. *Visión holística y sistémica, 78.6%.*
3. Habilidades para buscar, procesar y analizar información, 78.6%.
4. Capacidad para tomar decisiones, (64.3%).
5. Capacidad de lectura y comprensión, (57.1%).
6. Capacidad de comunicación oral y escrita, (57.1%).

Figura 2. *Competencias instrumentales de una estrategia Ecoeducativa.*

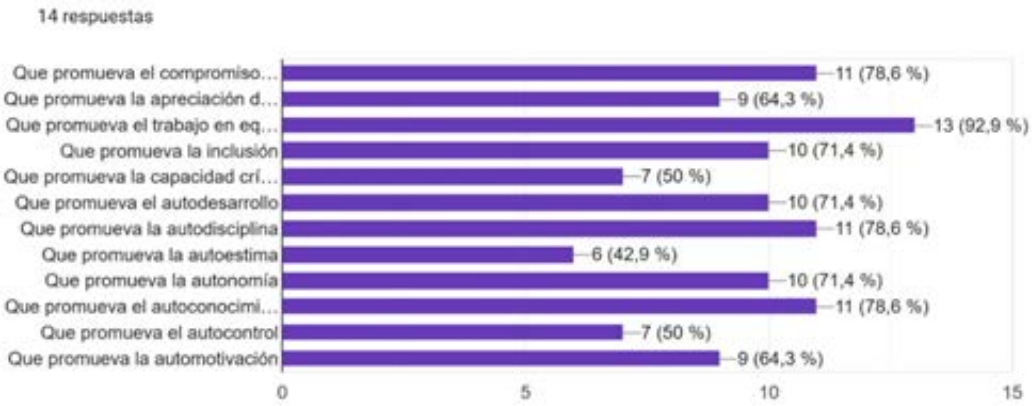


Pregunta 5.- ¿Cuáles habilidades intrapersonales integrarían una estrategia ecoeducativa?

En la Figura 3 se muestran las principales habilidades intrapersonales que los alumnos consideran que se deberían trabajar en una estrategia ecoeducativa por orden de importancia:

1. Que promueva el trabajo en equipo colaborativo, 92.9%.
2. Que promueva el compromiso ético, la autodisciplina, y el autoconocimiento, 78.6%.
3. Que promueva la inclusión, el autodesarrollo, la autonomía, 71.4%.
4. Que promueva la apreciación de la diversidad de los estilos de aprendizaje, la automotivación, 64.3%.
5. Que promueva la capacidad crítica y autocrítica, el autocontrol y la autoestima, 50%.

Figura 3. *Competencias intrapersonales de una estrategia ecoeducativa.*

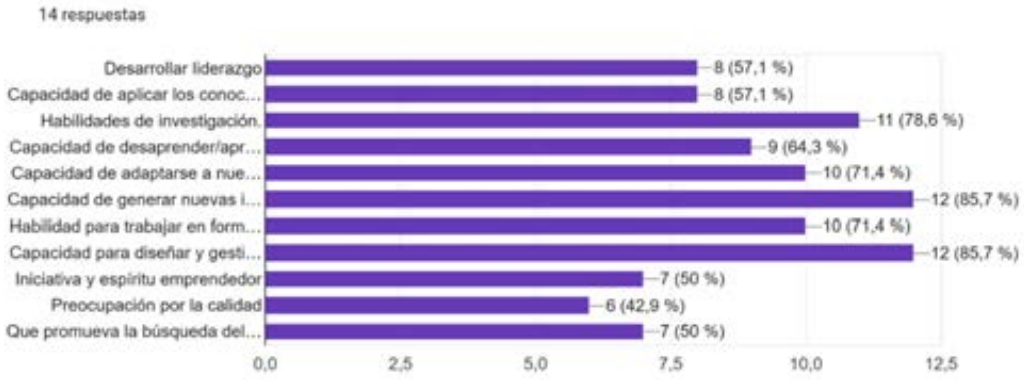


Pregunta 6.- ¿Cuáles habilidades sistémicas integrarían una estrategia ecoeducativa?

En la Figura 4 se muestran las habilidades sistémicas que debería trabajar una estrategia ecoeducativa, los alumnos contestaron de la siguiente manera en orden de importancia:

1. Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad), 85.7%.
2. Capacidad para diseñar y gestionar proyectos, 85.7%.
3. Habilidades de investigación, 78.6%.
4. Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones, 71.4%.
5. Habilidad para trabajar en forma autónoma, 71.4%.
6. Capacidad para desaprender/aprender, 64.3%.
7. Desarrollar liderazgo, 57.1%.
8. Capacidad para aplicar los conocimientos, 57.1%.
9. Iniciativa y espíritu emprendedor, 50%.
10. Que promueva la búsqueda del logro, 50%.

Figura 4. *Competencias sistémicas de una estrategia ecoeducativa.*



En la Figura 5 se muestra la propuesta de una estrategia ecoeducativa para fortalecer el pensamiento sistémico.

Figura 5. *Propuesta de una estrategia ecoeducativa en la vertiente visión holística y sistémica.*

Nombre de la estrategia	Mapa integrador de metadatos.
Componentes de la estrategia	Esta propuesta ecoeducativa está diseñada para incentivar el aprendizaje significativo en los estudiantes de educación superior, a través del pensamiento sistémico.
Estructura de la estrategia:	Carátula. Redacción de la evidencia (indicaciones). Valor: 30% Estratégia de aprendizaje: Mapa de metadatos. Desarrollo. Conclusión con enfoque sistémico. Bibliografía.
Habilidades a fortalecer	**Habilidades instrumentales** Capacidad de planificar y organizar la información. Fortalece la visión holística y sistémica. Habilidades para buscar, procesar y analizar la información. Capacidad para tomar decisiones. Capacidad de lectura y redacción. Capacidad de comunicación oral y escrita. Habilidades en el uso de las Tecnologías de la información. **Habilidades intrapersonales** Promover el compromiso ético, la autodisciplina y el autoconocimiento. Que promueva el autodesarrollo y la autonomía. Que promueva la automotivación. Que promueva la capacidad crítica y autocrítica. Que promueva el autocontrol. **Habilidades sistémicas** Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad). Fortalece las habilidades de investigación. Capacidad de trabajar en forma autónoma. **Otras habilidades** Fortalece estrategias de adquisición, codificación, recuperación y apoyo al procesamiento de las estrategias de aprendizaje.
Actividades	Ejercicios de respiración. Música de fondo apropiada para generar un espacio para el análisis y la reflexión. Búsqueda de información mediante técnicas para la adquisición de información: exploración y fragmentación (subrayado lineal, subrayado idiosincrático, epigrafiado). Analizar y sintetizar la información mediante técnicas para la codificación de información: palabras clave, estrategias de elaboración de relaciones, agrupamientos, esquemas; estrategias de organización: secuencias (lógicas y temporales), mapas conceptuales. Se elabora una conclusión con visión holística y sistémica que incluya la experiencia del alumno, ejemplos, la vinculación con otras materias o áreas del conocimiento. Uso de las Tic's para representar la información en un mapa de metadatos.
Metodología	Participación de 150 estudiantes en 4 grupos piloto distribuido en 2 horas de trabajo semanal durante 4 semanas dando un total de 8 horas.
Modalidad	Presencial.
Rol del profesor	Diagnosticar las habilidades de análisis y síntesis de los estudiantes aplicando el test ACRA al inicio del curso para conocer cómo el alumno adquiere la información, codifica la información, recupera la información y gestiona las estrategias de apoyo al procesamiento. Recuperar los conocimientos previos que puedan ser de utilidad al tema a trabajar y conectarlos con la experiencia del alumno.
Implicaciones	Promueve el aprendizaje significativo, que el estudiante maneje los significados y significantes de la información. Promueve la metacognición. Promueve el desarrollo del pensamiento sistémico a través de la investigación a profundidad de los temas.
Rol del estudiante	Busca y amplía información de manera autónoma. Decide la manera de trabajar y la organización de sus recursos y la información. Identifica su estilo de aprendizaje y lo potencializa. Transfiere la información a un nuevo contexto. Es creativo en la esquematización de su conocimiento. Utiliza de manera eficiente las tecnologías de la información como herramienta de aprendizaje. Transfiere la información a otros contextos incluyendo su experiencia. Es reflexivo y analítico en su proceso de aprendizaje.

CONCLUSIONES

Los alumnos de educación superior relacionan el término ecoeducación con la sustentabilidad, una forma de vida, la integración de las emociones, los estilos de aprendizaje y las inteligencias múltiples.

Las principales habilidades instrumentales que el estudiante prefiere trabajar en la propuesta de una estrategia ecoeducativa son la ***capacidad de planificar y organizar. 85.7%***, seguida

de la ***capacidad de generar pensamiento sistémico.*** **78.6%**; es decir pensar en términos de relaciones e interrelaciones lo cual es congruente con el resultado obtenido de la escala II del test acra que midió las estrategias de codificación (relaciones) en donde el 57% de los estudiantes refieren poco conocimiento en el manejo de estas (Cruz, 2024), por lo que es muy importante que las estrategias didácticas que los docentes trabajen consideren tomar en cuenta estas peticiones de parte del alumno.

Las principales habilidades intrapersonales que al alumno le gustaría seguir desarrollando fueron principalmente que promueva el ***trabajo colaborativo 92.9%***, que promueva el ***compromiso ético, autodisciplina y el autoconocimiento 78.6%***, como también lo menciona en su investigación (Gamez, 2024, pág. 33) "los participantes consideran tener mayor nivel de desempeño en la competencia compromiso ético"; que promueva la inclusión, el autodesarrollo y la autonomía 71.4%.

Las principales habilidades sistémicas que el alumno prefiere seguir desarrollando fueron la ***capacidad para generar nuevas ideas (creatividad 85.7%)***, y la capacidad para diseñar y gestionar proyectos que promuevan la búsqueda del logro 85.7% y reforzar las habilidades de investigación 78.6%.

La recomendación es que los resultados de esta investigación puedan servir de referencia a los docentes de educación superior para considerar los elementos que componen una estrategia ecoeducativa y la puedan integrar al trabajar las estrategias didácticas dentro del aula.

BIBLIOGRAFÍA

Ausbel, D. P. (1976). *The psychology of meaningful verbal learning.* New York: Grune & Stratton.

Bertalanffy, L. V. (1989). *Teoría General de los Sistemas: Fundamentos, desarrollo, aplicaciones.* México: Fondo de Cultura Económica.

Capra, F. (1996). *La trama de la vida.* Barcelona: Anagrama.

Clark, E. (1997). *El destino indivisible de la Educación: Propuesta holística para redefinir el diálogo humanidad-naturaleza en la enseñanza.* Ciudad de México: PAX.

Cruz, M. A. (2024). Análisis de las estrategias de aprendizaje para el procesamiento de información en educación superior. *Revista digital ANFEI*, 310-317.

DGEST, D. G. (2012). *dgest.gob.mx*. Obtenido de dgest.gob.mx: http://www.dgest.gob.mx/director-general/modelo-educativo-para-el-siglo-xxi-formacion-y-desarrollo-de-competencias-profesionales-dp2

Gamez, A. H. (2024). Relación entre las competencias interpersonales y la autoeficacia para mejorar el desempeño de los ingenieros. *Revista digital ANFEI*, 29-37.

Instituto Tecnológico de Puebla. (2022). Reunión departamental. *Reunión departamental Ciencias Económico Administrativas.* Puebla.

Nava, R. G. (1996). *Proyecto CUANTUM: Un modelo universitario ecoeducativo para una sociedad sustentable*. Obtenido de studocu: https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-puebla/dinamica-social/proyecto-cuantum-ramon-gallegos-nava/12104506

Sánchez, J. M. (2001). Manual de estrategias de aprendizaje ACRA. Madrid, España: TEA .

Scardamalia, M. (2010). *researchgate.net.* Obtenido de www.atc21s.org: https://www.researchgate.net/publication/242705214_Assessment_and_Teaching_of_21st_Century_Skills

UNESCO. (2003). *Tuningacademy.org.* Obtenido de https://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/TuningEUI_Final-Report_SP.pdf

VINCULACIÓN ACADÉMICA EN AUDITORÍAS DE SOFTWARE ELECTORAL: FORMACIÓN DE TALENTO EN CALIDAD Y SEGURIDAD

ACADEMIC ENGAGEMENT IN ELECTORAL SOFTWARE AUDITS: TRAINING TALENT IN QUALITY AND SECURITY

J. Hernández Cabrera[1]
M. Pérez Medel[2]
A. Velasco Agustín[3]

RESUMEN

La auditoría de software electoral es crucial para asegurar la calidad y seguridad de los sistemas empleados en procesos democráticos. Este artículo expone una innovadora estrategia de vinculación académica entre la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la UNAM e institutos electorales, donde estudiantes destacados de ingeniería en computación participan activamente en auditorías reales. A través de este modelo colaborativo, los alumnos no sólo aplican sus conocimientos técnicos en escenarios reales, sino que también adquieren habilidades profesionales críticas, como el análisis de vulnerabilidades, gestión de la seguridad informática y la elaboración de informes técnicos. Destacamos la metodología implementada, que incluye desde la selección de los estudiantes hasta su formación y asignación en roles específicos dentro de los proyectos de auditoría, como revisores de calidad en el proceso de desarrollo de software, analistas de seguridad, revisores de código y especialistas en infraestructura. Este enfoque no sólo ha fortalecido la seguridad y calidad de los sistemas auditados sino que también ha enriquecido la formación académica de los estudiantes, preparándolos de manera óptima para los desafíos del mercado laboral en tecnologías de la información y ciberseguridad.

ABSTRACT

Auditing electoral software is crucial to ensure the quality and security of the systems used in democratic processes. This article presents an innovative strategy of academic linkage between the UNAM Aragón School of Advanced Studies and electoral institutes, where outstanding computer engineering students actively participate in real audits. Through this collaborative model, students not only apply their technical knowledge in real scenarios, but also acquire critical professional skills, such as vulnerability analysis, computer security management, and the preparation of technical reports. We highlight the methodology implemented, which includes everything from the selection of students to their training and assignment in specific roles within audit projects, such as quality reviewers in the software development process, security analysts, code reviewers, and infrastructure specialists. This approach has not only strengthened the security and quality of the audited systems but has also enriched the academic training of students, optimally preparing them for the challenges of the labor market in information technology and cybersecurity.

ANTECEDENTES

El software electoral ha evolucionado como un componente esencial en la organización de elecciones modernas, facilitando desde la gestión del padrón electoral (Instituto Nacional Electoral [INE], 2025) hasta la publicación de resultados preliminares. Sin embargo, su correcta implementación y seguridad han sido objeto de preocupaciones constantes. En México, los sistemas de Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) (INE, 2024) y Conteos Rápidos (CR) (INE, 2024) han estado en la mira de auditorías debido a la

[1] Profesor de tiempo completo Titular. FES Aragón UNAM. jesushc@unam.mx
[2] Técnico Académico Titular. FES Aragón UNAM. marcelo@unam.mx
[3] Profesor de asignatura. FES Aragón UNAM. aaronvelascovea@aragon.unam.mx

preocupación de posibles vulnerabilidades tecnológicas y fallos en la integridad de los datos. En este contexto, la vinculación académica ha permitido generar estrategias de auditoría que involucran a estudiantes universitarios bajo la guía de expertos en calidad y seguridad del software electoral.

En la revisión de la literatura sobre software electoral, se abordan las preocupaciones predominantes y se destaca la importancia que la industria asigna a la calidad y seguridad del software electoral, especialmente hacen énfasis en garantizar la integridad y confianza de los procesos electorales, por ejemplo Alex y Teague (2015) plantean algunas de estas preocupaciones en sistemas de votación, donde se ha comprobado que algunos sistemas de votación presentan fallas de seguridad que podrían ser explotadas para manipular votos o violar la privacidad de los electores. Es el caso del sistema iVote utilizado en Nueva Gales del Sur, Australia, se identificaron vulnerabilidades que permitían comprometer la integridad y confidencialidad de los votos.

Otra preocupación la plantea Jamroga et al. (2021) donde expresa que confianza excesiva en el software sin mecanismos de verificación independientes puede comprometer la transparencia electoral. Se ha propuesto el principio de "independencia del software", que sugiere que un sistema de votación debe proporcionar evidencia suficiente para convencer a los observadores de que el resultado es correcto, sin depender únicamente del software.

En la bibliografía, estas preocupaciones están relacionadas con el software de votación, el cual es un software vinculante en las elecciones, sin embargo, éste es un tipo de software diferente al PREP y a los sistemas de conteos rápidos (CR), ya que estos últimos son software no vinculante, diseñados únicamente para informar resultados preliminares y proporcionar tendencias electorales. Su función es exclusivamente informativa y sus datos no tienen validez oficial en la determinación del resultado final, sin embargo, las preocupaciones de seguridad y calidad es compartida.

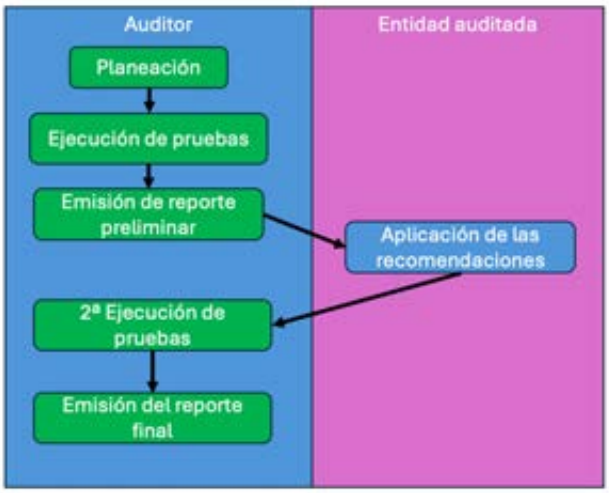
Abordar estas problemáticas requiere una colaboración estrecha entre autoridades electorales, expertos en seguridad informática y la comunidad académica para desarrollar e implementar soluciones que fortalezcan la integridad y confianza en los procesos electorales. Es aquí donde académicos y alumnos destacados de la carrera de ingeniería en Computación de la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) han participado activamente en el estudio y revisión de los sistemas PREP y CR desde el año 2015 en diferentes elecciones. A continuación, se presenta un resumen de la metodología adoptada por este grupo académico donde se privilegia la aplicación práctica de conocimientos de los alumnos en las áreas de Ingeniería de Software y Seguridad de la información.

METODOLOGÍA

La auditoría de software electoral se basa en un enfoque estructurado y metodológico que garantiza la evaluación exhaustiva de la calidad y seguridad de los sistemas utilizados en los procesos electorales. La implementación de esta metodología ha sido clave para detectar vulnerabilidades, evaluar la infraestructura tecnológica y proponer mejoras antes de su uso para la publicación de resultados de las elecciones. El proceso de auditoría que se muestra en la Figura 1 se desarrolla en diversas fases que incluyen la revisión de la calidad del software,

funcionalidad, la arquitectura, pruebas de penetración, pruebas de negación de servicio y validación de integridad de los datos.

Figura 1. *Metodología de pruebas de auditoría.*



1. Planeación

En esta fase, el equipo auditor, en coordinación con el ente auditado, establece los objetivos, fechas, requerimientos y alcance de las pruebas a implementar. Esta fase es crucial, ya que de ella depende la correcta ejecución de las siguientes etapas.

2. Ejecución de pruebas

Las pruebas para auditar el sistema informático del PREP y su infraestructura tecnológica se dividen en varias líneas de ejecución las cuales se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. *Síntesis de los tipos de pruebas que se deben llevar a cabo para garantizar tanto la seguridad como la calidad del software utilizado en el Programa de Resultados Electorales Preliminares.*

Categoría	Tipo de prueba	Descripción
Pruebas de Calidad de Software	Pruebas Funcionales de Caja Negra	Evaluar la integridad en el procesamiento de la información y la generación de resultados preliminares, verificando el cumplimiento de las especificaciones funcionales usando (ISO/IEC, 2015).
	Validación del Sistema.	Asegurar que el software y bases de datos usados en el PREP correspondan a los previamente auditados y no contengan resultados electorales preliminares o de pruebas antes de su operación.
Pruebas de seguridad	Pruebas de Penetración (Pentest)	Evalúan las configuraciones de seguridad para identificar vulnerabilidades en infraestructura y aplicaciones. Se realizan tanto desde el interior como desde el exterior de la red.
	Análisis de Vulnerabilidades	Identificar debilidades de seguridad en la infraestructura tecnológica y en los servicios TI relacionados con el PREP, documentar las vulnerabilidades y recomendar medidas de mitigación (Chapple et al, 2018).
	Revisión de Configuraciones	Analizar las configuraciones de los dispositivos para garantizar que se ajustan a las mejores prácticas de seguridad informática.
	Pruebas de Negación de Servicio	Generar tráfico de red para simular ataques DDoS, evaluando la capacidad del sistema para mantener la disponibilidad del servicio (Amazon Web Services [AWS], 2023).

3. Elaboración de Informes

Tras la ejecución de las diferentes pruebas de auditoría, se elabora un informe técnico con carácter de preliminar el cual incluye:

- Lista de vulnerabilidades detectadas.
- Evaluación del impacto de cada hallazgo.
- Recomendaciones de mitigación.
- Acciones correctivas y plan de mejora.

4. Aplicación de Recomendaciones.

En esta fase, el ente auditado es el responsable de realizar los trabajos donde se implementan las medidas correctivas recomendadas. En esta actividad debe cubrir todas las recomendaciones hechas por el ente auditor y documentar como se trató el riesgo asociado.

5. Segunda fase de pruebas.
En esta fase el ente auditor ejecuta una segunda fase de pruebas donde se revisa que la aplicación de recomendaciones fueron realizadas correctamente y por tanto el hallazgo fue erradicado o en su defecto mitigado.

6. Entrega del Informe Final de Auditoría
El informe final documenta los resultados de la auditoría, las mejoras aplicadas y las conclusiones sobre la seguridad e integridad del sistema PREP, asegurando su confiabilidad antes de su operación.

Participación de alumnos en los proyectos: selección, capacitación y roles.
El modelo de participación académica en auditorías de sistemas PREP y CR sigue un proceso estructurado que garantiza la selección de los mejores talentos y su adecuada formación:

1. **Selección de estudiantes:**
- Se realiza una convocatoria abierta dentro de la FES Aragón, priorizando a alumnos con un alto desempeño en áreas de ingeniería de software, ciberseguridad y sistemas computacionales.
- Se aplican pruebas técnicas y entrevistas para evaluar sus conocimientos en auditoría de software y seguridad informática.
- Se busca diversidad de perfiles para cubrir distintos aspectos del proceso de auditoría.
2. **Capacitación y formación:**
- Se imparten cursos intensivos en seguridad de software electoral, basados en marcos como (Open Web Application Security Project [OWASP], 2024) y (National Institute of Standards and Technology [NIST], 2020).
- Los estudiantes reciben entrenamiento en el uso de herramientas de auditoría y metodologías de pruebas de penetración.
- Se realizan simulaciones y estudios de casos para preparar a los alumnos ante escenarios reales.
3. **Roles asignados dentro del proyecto:**
- **Analistas de seguridad:** Encargados de realizar pruebas de penetración y analizar vulnerabilidades en los sistemas electorales.
- **Revisores de código:** Responsables de examinar el código fuente en busca de posibles fallas de seguridad o calidad.
- **Especialistas en infraestructura:** Evalúan la arquitectura tecnológica del software electoral y su resistencia ante ataques.
- **Documentadores y reportadores:** Elaboran informes con hallazgos y recomendaciones para mejorar la seguridad y calidad del software auditado.

Este modelo de participación ha demostrado ser efectivo en la formación de talento, proporcionando a los estudiantes una experiencia práctica invaluable y generando impacto positivo en la seguridad de los sistemas electorales.

Esquema de Inclusión de Alumnos en Proyectos de Auditoría

El modelo de integración de alumnos en proyectos de auditoría tiene como objetivo complementar su formación académica en la carrera de Ingeniería en Computación mediante la participación en auditorías de sistemas reales con dos roles acotados:

- Alumnos en entrenamiento, quienes están en una etapa de aprendizaje inicial y adquieren conocimientos prácticos bajo supervisión.
- Alumnos con experiencia en auditoría, que han participado en proyectos previos y tienen un rol más activo en la ejecución de pruebas.

A lo largo del proceso, los profesores y responsables del proyecto actúan como guías, asegurando que los alumnos reciban el acompañamiento necesario y manteniendo un flujo continuo de integración y egreso de estudiantes como se muestra en el Figura 2. El trabajo en equipo permite que los alumnos desarrollen habilidades técnicas y metodológicas clave en auditoría de sistemas, realizando pruebas estructuradas que garantizan la seguridad e integridad del sistema auditado.

Figura 2. *Esquema de participación y aprendizaje de alumnos en proyectos de auditoría.*

Este enfoque asegura la formación de futuros profesionales con experiencia real en auditoría, fortaleciendo su preparación para el ámbito laboral.

Herramientas y estándares utilizados en las auditorías.
Para garantizar la calidad y seguridad de los sistemas de software electoral, las auditorías han hecho uso de herramientas especializadas y estándares internacionales que permiten evaluar con precisión la infraestructura, las aplicaciones y los protocolos de seguridad involucrados. La combinación de estos elementos ha sido clave para la detección de vulnerabilidades y la implementación de medidas correctivas antes de la jornada electoral.

1. Herramientas utilizadas en la auditoría de software electoral
Las auditorías de sistemas como el Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) han requerido el uso de un conjunto de herramientas que facilitan el análisis de seguridad en distintos niveles del sistema: Burp Suite, Metasploit, Nessus, Wireshark, Nmap, OSSEC y Hashcat entre otros (Kali-Linux, 2025).

El uso de estas herramientas ha permitido a los auditores obtener un panorama detallado sobre el estado de seguridad del software electoral, garantizando que las vulnerabilidades sean detectadas y mitigadas de manera efectiva.

2. Estándares internacionales aplicados en la auditoría
Además del uso de herramientas especializadas, las auditorías han seguido metodologías y estándares reconocidos internacionalmente, asegurando que las evaluaciones se realicen con base en las mejores prácticas globales en materia de seguridad y calidad del software. Entre los principales estándares utilizados destacan:

NIST SP800-115 (NIST, 2020): Guía técnica del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de EE.UU., que proporciona lineamientos específicos para la ejecución de pruebas de seguridad en infraestructuras críticas.

OWASP Top Ten (OWASP, 2024): Marco de referencia en seguridad de aplicaciones web, utilizado para evaluar la exposición del software electoral a riesgos como inyección de SQL, configuración incorrecta de seguridad y exposición de datos sensibles.

OSSTMM (Open Source Security Testing Methodology Manual) (Institute for Security and Open Methodologies [ISECOM], 2010): Metodología de pruebas de seguridad aplicada a la infraestructura tecnológica del sistema electoral, enfocada en la identificación de vulnerabilidades y la evaluación de medidas de mitigación.

RESULTADOS

Impacto en la formación de estudiantes, aprendizaje y habilidades adquiridas.

La participación de estudiantes en auditorías de software electoral ha generado un impacto significativo en su formación, brindándoles conocimientos clave y fortaleciendo tanto sus habilidades técnicas como sus competencias profesionales.

En el ámbito técnico, esta experiencia les ha permitido desarrollar un dominio avanzado de herramientas y metodologías de auditoría de software, así como profundizar en conceptos de ciberseguridad y pruebas de penetración. Además, han adquirido la capacidad de analizar código y detectar vulnerabilidades, lo que les ha proporcionado una comprensión más sólida de los riesgos de seguridad en sistemas electorales.

A nivel profesional, la participación en estos proyectos ha fomentado el trabajo en equipo y la comunicación efectiva con expertos y autoridades electorales. Asimismo, ha impulsado el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades esenciales para la identificación y mitigación de amenazas en entornos tecnológicos. También han adquirido experiencia en la elaboración de informes técnicos y la presentación de hallazgos, lo que ha fortalecido su capacidad para documentar y comunicar resultados de manera estructurada.

En términos de crecimiento y oportunidades laborales, esta experiencia ha mejorado las habilidades laborales de los estudiantes, facilitando su acceso a oportunidades en el campo de la seguridad informática. Además, les ha permitido establecer redes de contacto con profesionales del sector, lo que amplía sus posibilidades de colaboración en futuros proyectos, esto se ve reflejado en el hecho de que todos los alumnos que participaron en

proyectos pasados se encuentren laborando en áreas afines a las que se desarrollaron durante los proyectos. Finalmente, ha incentivado su interés por continuar su formación en áreas de tecnologías de la información y ciberseguridad, promoviendo el desarrollo de talento especializado en la auditoría de sistemas críticos.

Aportaciones a la calidad y seguridad de los sistemas auditados.
Las auditorías realizadas en los sistemas PREP y CR han contribuido significativamente a la mejora de su calidad y seguridad. A través de la aplicación de metodologías estandarizadas y herramientas especializadas, se han identificado y mitigado vulnerabilidades críticas, fortaleciendo así la confiabilidad de los procesos electorales.

Uno de los principales aportes de las auditorías ha sido la identificación de fallas en la seguridad del software electoral. Se detectaron vulnerabilidades en la infraestructura tecnológica del Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) y del sistema de Conteos Rápidos, lo que permitió su corrección antes de la jornada electoral. Se llevaron a cabo pruebas de caja negra y caja gris para evaluar la resistencia de los sistemas ante ataques cibernéticos, asegurando que la infraestructura fuera robusta y resistente a intentos de manipulación.

Las auditorías han incorporado estándares reconocidos internacionalmente, tales como:
- OWASP Top Ten, para evaluar riesgos en aplicaciones web.
- ISO/IEC 27001, para la gestión de seguridad de la información.
- OSSTMM, para la evaluación metodológica de pruebas de seguridad.
- NIST SP800-115, que proporciona guías técnicas para pruebas de seguridad.

El uso de estas normativas ha permitido garantizar que los sistemas auditados cumplan con las mejores prácticas en seguridad informática.

Se realizaron revisiones exhaustivas en los mecanismos de control de acceso y autenticación de los sistemas electorales. Se verificó que los permisos de usuario estuvieran correctamente configurados y que existieran registros detallados en los logs del sistema para rastrear cualquier actividad sospechosa. Asimismo, se aseguraron mecanismos de auditoría para detectar accesos no autorizados y prevenir ataques de escalamiento de privilegios.

Las auditorías implementaron mecanismos de validación de integridad de la información, asegurando que los datos electorales capturados en el PREP y en los Conteos Rápidos fueran consistentes, precisos y libres de alteraciones. Se verificó que todas las transacciones críticas generaran registros detallados en bitácoras, permitiendo la trazabilidad de cada acción dentro del sistema.

Se ejecutaron pruebas de rendimiento y estrés para evaluar la capacidad del sistema en condiciones de alta demanda, asegurando que pudiera soportar el volumen de información generado durante la jornada electoral. Se identificaron cuellos de botella en la infraestructura y se implementaron mejoras en la arquitectura del sistema para optimizar su desempeño.

A partir de los hallazgos de las auditorías, se han hecho recomendaciones para mejorar los lineamientos técnicos y operativos de los sistemas de software electoral. Esto ha permitido que organismos electorales adopten mejores prácticas en el desarrollo y mantenimiento de estos sistemas, alineándose con estándares internacionales de calidad y seguridad.

Otro de los aportes clave ha sido la formación de nuevas generaciones de especialistas en auditoría de software y ciberseguridad. Gracias a la vinculación con instituciones académicas, estudiantes universitarios han participado en estos procesos de auditoría, desarrollando habilidades técnicas avanzadas en pruebas de seguridad y evaluación de software crítico.

CONCLUSIONES

Las auditorías de software electoral han demostrado ser una herramienta fundamental para garantizar la calidad, seguridad y transparencia en los procesos electorales. A lo largo del estudio y aplicación de metodologías de auditoría en sistemas como el Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) y los sistemas de Conteo Rápido, se han identificado áreas de oportunidad clave que han permitido mejorar la confiabilidad de estas plataformas antes de su despliegue en comicios oficiales.

Uno de los principales logros de estas auditorías ha sido la detección y mitigación de vulnerabilidades críticas, lo que ha permitido fortalecer la infraestructura tecnológica utilizada en el procesamiento de resultados electorales. La combinación de herramientas de pruebas de penetración, análisis de registros y evaluación de integridad de datos ha sido clave para identificar posibles amenazas y corregirlas de manera oportuna.

La implementación de estándares internacionales en seguridad informática, tales como NIST SP800-115, OWASP y OSSTMM, ha permitido que los sistemas electorales adopten mejores prácticas en ciberseguridad, mejorando la resistencia del software ante ataques y accesos no autorizados. Estas metodologías han brindado un marco sólido para la evaluación y mejora continua del software electoral, asegurando su correcto funcionamiento en escenarios de alta demanda y bajo estrictos requerimientos de confiabilidad.

Otro aspecto destacado ha sido el impacto en la formación académica de estudiantes universitarios, quienes han participado activamente en las auditorías, desarrollando habilidades avanzadas en seguridad informática, análisis de vulnerabilidades y gestión de infraestructura crítica. Este enfoque de vinculación académica ha permitido no sólo fortalecer la capacitación de futuros especialistas en ciberseguridad, sino también generar conciencia sobre la importancia de la integridad de los procesos electorales en la sociedad.

En conclusión, el desarrollo de auditorías de software electoral por parte de un equipo académico ha sido clave para garantizar la seguridad, calidad y confiabilidad de los sistemas utilizados en las elecciones. La combinación de metodologías técnicas rigurosas, herramientas especializadas y la vinculación con la comunidad académica ha permitido avanzar significativamente en la protección de la infraestructura electoral.

BIBLIOGRAFÍA

Alex, H., & Teague, V. (2015). The New South Wales iVote System: Security Failures and Verification Flaws in a Live Online Election. arXiv (Cornell University)

AWS. (2023). ¿Qué es un ataque DDoS?. https://aws.amazon.com/es/shield/ddos-attack-protection/

Chapple, M., Stewart J. M., & Gibson, D. (2018). CISSP Certified Information Systems Security Professional Official. Sybex Inc

INE. (2024). Programa de Resultados Electorales Preliminares (PREP) del Instituto Nacional Electoral. https://ine.mx/voto-y-elecciones/prep/

INE. (2025). Estadísticasde la Lista Nominal y Padrón Electoral. Instituto Nacional Electoral. https://ine.mx/credencial/estadisticas-lista-nominal-padron-electoral/

ISECOM. (2024). Instituto Nacional Electoral, Conteo Rápido. https://ine.mx/voto-y-elecciones/conteos-rapidos-ine/

ISECOM. (2010). OSSTMM V3. isecom.org. https://www.isecom.org/OSSTMM.3.pdf

International Organization for Standardization. ISO/IEC. (2015). Software and systems engineering - Software testing. ISO/IEC/IEEE 29119-4:2015. https://www.iso.org/standard/60245.html

Jamroga, W., Ryan, P., & Schneider, S. (2021). A Declaration of Software Independence. In Protocols, Strands, and Logic. Springer, Cham.

Kali-Linux. (2025). Kali Tools, Tool documentation. https://www.kali.org/tools/

NIST. (2020). NIST Special Publication 800-115, Technical Guide to Information Security Testing and Assessment. https://www.nist.gov/privacy-framework/nist-sp-800-115

OWASP. (2024). OWASP Top Ten. OWASP Project. https://owasp.org/www-project-top-ten/

EL IMPACTO DE LAS HABILIDADES BLANDAS EN LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE INGENIEROS

THE IMPACT OF SOFT SKILLS ON THE ACADEMIC TRAINING OF ENGINEERS

F. Banda Muñoz [1]
V. M. Salazar Espronceda[2]
R. Guzmán Pérez[3]

RESUMEN

En la actualidad, es importante que los estudiantes desarrollen habilidades blandas de manera integral junto con el conocimiento técnico de su área. Estas habilidades se desarrollan en los grupos y capítulos estudiantiles a través de su participación en congresos, concursos y diversas actividades académicas, enriqueciendo su formación profesional.

El objetivo del estudio es comprender el impacto de los grupos y capítulos estudiantiles en el desarrollo de competencias específicas y transversales en el área de ingeniería. Para ello, se aplicaron encuestas a 200 estudiantes activos en estos grupos, evaluando la aplicación del conocimiento adquirido de acuerdo con el semestre en el que se encuentran y el fortalecimiento de sus habilidades interpersonales.

Los resultados obtenidos nos indican que pertenecer a estos grupos fortalece el trabajo en equipo la resolución de problemas y conflictos el desarrollo de innovación en proyectos académicos. Se ha demostrado que combinar la educación formal e informal ha fortalecido la preparación de los futuros ingenieros, permitiéndoles afrontar los retos del sector industrial con mayores herramientas y experiencias.

ABSTRACT

Engineering education requires a balance between formal academic instruction and practical experience. This study analyzes the impact of student groups and academic chapters at the Faculty of Mechanical and Electrical Engineering in enhancing students' technical and soft skills. A survey conducted among 200 students from 14 different engineering disciplines provided insights into how extracurricular activities contribute to their academic and professional development.

The results indicate that 53% of the students rated their participation in student groups with the highest score, highlighting its benefits in teamwork, leadership, and knowledge application. Additionally, 45% of the respondents affirmed that these groups have been essential in applying their academic knowledge to real-world projects.

The findings confirm that extracurricular participation significantly enhances students' preparation for the industry, reinforcing both technical and interpersonal skills. It is recommended to further integrate multidisciplinary teamwork and expand industry collaborations, ensuring students have greater access to high-level training experiences that prepare them for real-world challenges.

ANTECEDENTES

En formación de estudiantes de ingeniería se enfrenta el rede de complementar la educación formal con experiencias que logren el desarrollo de habilidades blandas y conocimiento técnico aplicado. Participar en estos grupos y capítulos académicos se ha convertido en una gran estrategia donde reforzar este aprendizaje académico aplicándolo en proyectos de carácter real, mentorías y competencias. Y aunque aún existe la necesidad de evaluar este impacto en actividades de formación académica y lograr determinar cómo contribuye en la

[1] Subdirector Académico, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. fernando.bandamn@uanl.edu.mx
[2] Coordinador de Grupos Estudiantiles Académicos, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. victor.salazaresp@uanl.edu.mx
[3] Auxiliar Administrativo, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. rene.guzmanpz@uanl.edu.mx

preparación del estudiante cuando le toque enfrentar los desafíos que se presentan el sector industrial.

Estos laboratorios permiten que los estudiantes apliquen los conceptos aprendidos en clase y desarrollen las practicas esenciales para su futuro desempeño profesional. La oferta de laboratorios está alineada con las redes de materias de las 14 carreras de ingeniería que ofrece la facultad.

Este estudio busca responder a las siguientes preguntas: ¿De qué manera la participación en grupos y capítulos estudiantiles fortalece el aprendizaje de los futuros ingenieros? ¿Cómo impacta en el desarrollo de habilidades técnicas y transversales? ¿Qué beneficios aporta en términos de innovación y resolución de problemas?

Los objetivos principales son analizar el grado de aplicación del conocimiento adquirido hasta el semestre en el que se encuentren los encuestados y a través de estos espacios, identificar el impacto en el desarrollo de soft skills, y evaluar el interés de los estudiantes sobre la importancia de estas experiencias en su trayectoria académica y profesional.

Se llevó a cabo el estudio en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME), donde existen 14 grupos estudiantiles y múltiples capítulos académicos siendo en total 44 grupos de carácter académico. Estos buscan actividades que fomentan el trabajo en equipo, la creatividad y la innovación. Asimismo, desde octubre de 2024, se han sumado nuevos grupos IEEE, como IEEE-VTS, IEEE-AESS, IEEE-RAS, IEEE-PES, IEEE-CSS, IEEE-CS, IEEE-COMSOC e IEEE-EMBS, con el propósito de ampliar las oportunidades de formación las áreas de la ingeniería que la facultad oferta.

METODOLOGÍA

El presente estudio se basa en un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de evaluar el impacto de los grupos y capítulos estudiantiles en la formación de estudiantes de ingeniería dentro de la FIME. La revisión de literatura previa destaca la importancia de la educación multidisciplinaria y la innovación en la enseñanza de la ingeniería, subrayando la necesidad de fortalecer tanto el aprendizaje teórico como la aplicación práctica en entornos reales.

Marco teórico y estado actual del problema

La formación de estudiantes de ingeniería se ha centrado de forma común en el desarrollo de hardskills a través de la educación formal, con conocimientos adquiridos en el aula y aplicados en laboratorios. En últimos estudios se ha comprobado que la integración de actividades de liderazgo, trabajo en equipo y un conjunto de habilidades interpersonales, en unión con la innovación y creatividad que los estudiantes desarrollan, ha entregado una mayor cantidad de aciertos a los futuros profesionistas.

El impacto de las actividades extracurriculares en la formación de estudiantes de ingeniería ha sido ampliamente discutido en la literatura, señalando que la participación en grupos y capítulos estudiantiles o competencias mejora la capacidad de resolución de problemas y fomenta el pensamiento crítico y creativo (Kelly, 2000).

De acuerdo con Finquelievich (2007), la innovación y el desarrollo de nuevas metodologías de aprendizaje permiten a los estudiantes adquirir herramientas actuales a un mundo globalizado, lo que muestra la importancia de integrar experiencias prácticas y no solo teóricas en su formación.

Diseño de investigación

Se utilizó un diseño de descripción y exploratorio para esta investigación, centrada en la compresión de experiencias que los estudiantes de los grupos, capítulos estudiantiles académicos han compartido. Este estudio evaluó la aplicación de conocimiento teórico adquirido en las aulas de clase durante el desarrollo de proyectos prácticos, así como también afecta de forma positiva las experiencias en la formación académica profesional.

Muestra y procedimiento de selección

Se utilizó un muestreo no probabilístico intencional para seleccionar a estudiantes de diversos campos de ingeniería en FIME que participaban activamente en grupos estudiantiles y departamentos académicos. La muestra incluyó estudiantes de diferentes generaciones y profesiones, lo que permitió evaluar el impacto de estas actividades en diferentes etapas de la formación profesional.

Las encuestas se diseñaron con preguntas cerradas y abiertas para medir la percepción de los estudiantes respecto a:

- La aplicación del conocimiento teórico en proyectos prácticos.
- El impacto en el desarrollo de soft skills como liderazgo y trabajo en equipo.
- La participación en competencias y su relación con la formación académica.
- La identificación de áreas de crecimiento académico y profesional.

Recolección y análisis de datos

Los datos obtenidos mediante encuestas en línea y pequeñas entrevistas. Se utilizaron escalas de medición tipo Likert (del 1 al 5) para evaluar la percepción de los estudiantes sobre la implementación del conocimiento en actividades extracurriculares. Además, se recopilaron experiencias personales sobre cómo estas actividades han impactado en su desarrollo académico.

Al analizar los datos, se empleó el uso de gráficas de acuerdo con la encuesta que se aplicó a los estudiantes, de diferentes semestres de las carreras de ingeniería de la FIME y además con la pequeña entrevista realizada se logró conocer puntos claves en la formación del estudiante, como por ejemplo su postura y forma de hablar al momento de pedirle que describa experiencias positivas que se hayan abordado en sus semestres anteriores por pertenecer a algún grupo académico.

RESULTADOS

A partir del análisis de la encuesta aplicada a 200 estudiantes que pertenecen a los 14 grupos y diversos capítulos estudiantiles de la FIME, se obtuvo información relevante sobre el impacto de la participación en estos espacios en su formación académica. Los encuestados abarcan diversos semestres, lo que permite una visión amplia del impacto de estas actividades en distintas etapas de la carrera.

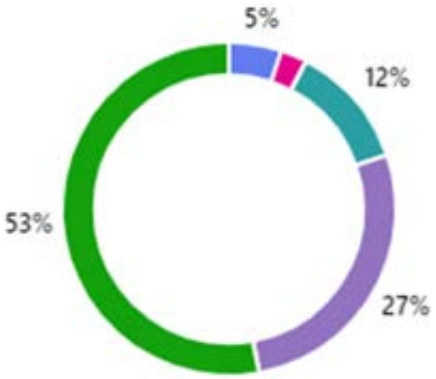
Perfil de los encuestados

La muestra estuvo conformada por estudiantes de diversas ingenierías, destacando una alta participación de estudiantes de Ingeniería en Mecatrónica (IMC) e Ingeniería Mecánico Electricista (IME) con 31 respuestas cada una, seguidos por Ingeniería en Tecnología de Software (ITS) con 26 respuestas. Otras carreras con representación significativa fueron Ingeniería Administrador de Sistemas (IAS) e Ingeniería Biomédica (IB) con 12 respuestas cada una.

Valoración de la participación en grupos y capítulos estudiantiles

Como se muestra en la Figura 1 al evaluar el impacto de pertenecer a un grupo o capítulo estudiantil, el 53% de los encuestados otorgó la calificación máxima (5), indicando que su experiencia ha sido altamente positiva, mientras que el 27% calificó con un 4. Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes perciben un beneficio significativo en su formación a través de estos espacios.

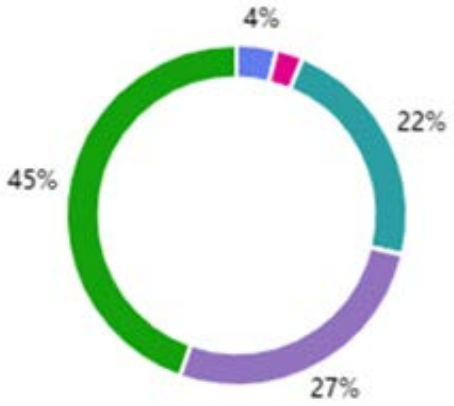
Figura 1. *Valoración de la participación en grupos y capítulos estudiantiles.*



Aplicación del conocimiento en actividades extracurriculares

En la Figura 2 el 45% de los encuestados calificó con un 5 su experiencia en la aplicación de conocimientos adquiridos en la carrera dentro de los grupos estudiantiles y capítulos, mientras que un 26% otorgó una calificación de 4. Solo un pequeño porcentaje (4%) consideró que la aplicación del conocimiento ha sido mínima. Estos datos refuerzan la idea de que estas actividades complementan de manera efectiva la educación formal.

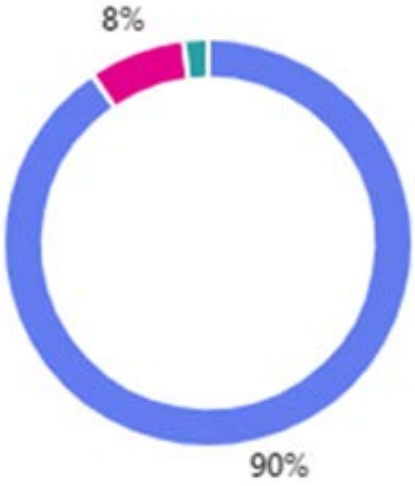
Figura 2. *Aplicación del conocimiento en actividades extracurriculares.*



Importancia de la participación en competencias

En la Figura 3 se muestra que el 90% de los encuestados consideró que participar en competencias académicas, deportivas o sociales contribuye a su formación como ingenieros. Este resultado destaca la relevancia de integrar actividades prácticas y de competencia en los programas de formación.

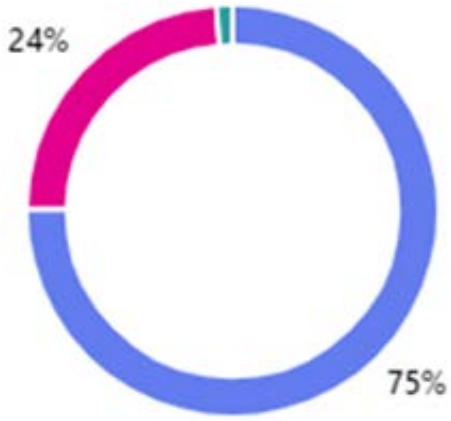
Figura 3. *Importancia de la participación en competencias.*



Desarrollo de habilidades blandas (soft skills)

Se muestra en la Figura 4 el 75% de los encuestados afirmó haber desarrollado o estar en proceso de desarrollar habilidades blandas gracias a las actividades extracurriculares ofrecidas por la escuela. Esto respalda la importancia de estos espacios como herramientas clave para fortalecer la preparación profesional de los estudiantes.

Figura 4. *Desarrollo de habilidades blandas.*



Actividades y grupos de interés para los estudiantes
Entre las actividades que los estudiantes consideran relevantes para su formación, destacan cursos, talleres, hackatones, visitas industriales y proyectos de innovación. La mayoría de las respuestas enfatizan la necesidad de espacios donde se fomente el aprendizaje práctico y el desarrollo de nuevas habilidades.

Áreas de mayor crecimiento académico, económico y el impacto del trabajo en equipo para la formación profesional
Los encuestados identificaron a Software (34%), Eléctrica (32%) y Mecánica (24%) como las áreas con mayor crecimiento en términos de oportunidades académicas y económicas.

El 98% de los encuestados indicó que pertenecer a un grupo o trabajar en equipo ha sido clave para el desarrollo de sus proyectos académicos, reafirmando la importancia del aprendizaje colaborativo en la formación de ingenieros.

Sede de competencias y logros recientes
Gracias a los desarrollos con los que se apoya a los estudiantes, la FIME ha sido sede de importantes competencias de SAE. Baja SAE México 2024, llevado a cabo del 28 de noviembre al 1 de diciembre de 2024, en esta participo un capítulo estudiantil, el cual obtuvo el primer lugar en la categoría Business Case como se aprecia en la Figura 5 y en la figura 6 se muestra el coche utilizado en dicha competencia. Además, el 31 de enero y el 1 de febrero de 2025, la FIME fue sede de la competencia Fórmula SAE México 2025. Esta experiencia ha permitido fortalecer la formación del equipo local, que se prepara para futuras competencias nacionales e internacionales.

Figura 1. Premio Business en competencia BAJA SAE MX 24.

Figura 6. Coche usado en competencia BAJA SAE MX 24.

De igual forma el equipo que compite en SAE AeroDesign logró el primer lugar en OVERALL a nivel nacional como podemos verlo en la figura 7 y tambien la figura 8 muestra el avión con el se gano dicho premio. En conjunto de estos logros se destaca el evidenciar que las actividades extracurriculares han tenido un gran impacto de desarrollo a nivel académico profesional y destacando aún más la innovación dentro del sector de ingeniería.

Figura 7. Premio en competencia SAE AERODESIGN MX 24.

Figura 8. Avión usado en competencia SAE AERODESIGN MX 24.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio respondió claramente las preguntas planteadas sobre cómo la participación en grupos y capítulos estudiantiles academicos fortalece el aprendizaje, el desarrollo de habilidades técnicas y transversales, y los beneficios en innovación y resolución de problemas. Los resultados demostraron que efectivamente estas actividades complementan significativamente la formación académica formal, fortaleciendo habilidades como el trabajo en equipo, liderazgo e innovación.

Estos resultados obtenidos demuestran que en gran parte de los estudiantes perciben a estos grupos como una oportunidad de desenvolverse con sus mismos compañeros de escuela en proyectos de carácter académicos y de crecimiento, ya que no solo es un área donde convivir, sino también en donde puedan retarse a sí mismos a resolver problemáticas que existan en su propia comunidad estudiantil, ofertando cursos, difundiendo congresos y alentando a la comunidad estudiantil de su facultad a conocer el entorno industrial realizando visitas a empresas.

De igual forma la facultad siempre incentiva la participación dentro de estos grupos académicos para que sus estudiantes potencien sus innovaciones y lograr así que estos puedan escalar sus proyectos y consolidarlos. llegando incluso a que cada vez más estudiantes

accedan a experiencias formativas de alto nivel y logrando volver a los estudiantes un referente con grandes capacidades técnicas y habilidades blandas para los futuros desafíos que presente el sector industrial.

BIBLIOGRAFÍA

Finquelievich, S. (2007). Innovación, tecnología y prácticas sociales en las ciudades: Hacia los laboratorios vivientes. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, 3*(9), 135–152. https://www.redalyc.org/pdf/924/92430909.pdf

Kelly, J. (2000). Rethinking the elementary science methods course: A case for content, pedagogy, and informal science education. *International Journal of Science Education, 22*(7), 755–777. https://doi.org/10.1080/09500690050044080

USOS Y PERCEPCIONES SOBRE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN UNA COMUNIDAD DE INGENIERÍA

USES AND PERCEPTIONS OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AN ENGINEERING COMMUNITY

M. D. Flores Aguilar[1]
J.C. Franco Ortega[2]
S. Angulo Moreno[3]
S. Osuna García[4]

RESUMEN

El propósito principal de este artículo es analizar las prácticas y las percepciones sobre la inteligencia artificial generativa (IAGen) en una comunidad educativa de educación superior en ingeniería del noroeste de México, con el fin de identificar su impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Se determinaron las razones de uso o no uso de herramientas de IAGen en la gestión de información, así como los beneficios, desafíos y preocupaciones que los estudiantes y sus profesores relacionan con sus tareas académicas. Destaca la relevancia que asignan los estudiantes a la velocidad de respuesta de estas herramientas y sus temores hacia la dependencia excesiva y que les responda con información errónea o incompleta.

ABSTRACT

The main purpose of this article is to analyze the practices and perceptions regarding generative artificial intelligence (Gen AI) in a higher education engineering community in northwestern Mexico, to identify its impact on teaching and learning processes. The reasons for using or not using Gen AI tools in information management were determined, as well as the benefits, challenges, and concerns that students and their teachers associate with their academic tasks. Highlights include the importance students assign to the speed of response of these tools and their fears of excessive dependence and being provided with incorrect or incomplete information.

ANTECEDENTES

La inteligencia artificial es una rama de la informática que desde sus inicios ha intentado desentrañar cómo funciona el cerebro humano y tratar de imitar las complejidades del aprendizaje y la interacción. La inteligencia artificial generativa (IAGen) es una rama de la inteligencia artificial cuya función principal es generar contenido diverso por medio de instrucciones o prompts en lenguaje natural. Ahora se sabe que básicamente las herramientas de inteligencia artificial generativa son entrenadas utilizando grandes cantidades de texto que son accesibles públicamente en libros, artículos, sitios web y blogs, principalmente. Pero solamente tiene acceso a información con una fecha límite no actualizada. Es decir, dichas herramientas no saben lo que un ser humano domina, sino que organizan las respuestas probables basándose en patrones aprendidos por entrenamiento. Así pues, cada una de las personas que solicita respuestas a una herramienta de inteligencia artificial debe poner en juego el pensamiento crítico para utilizar apropiadamente la información generada.

[1] Coordinadora de Investigación Educativa. Instituto Tecnológico de Mazatlán del Tecnológico Nacional de México. maria.fa@mazatlan.tecnm.mx
[2] Presidente de Academia de Ingeniería Mecánica. Instituto Tecnológico de Mazatlán del Tecnológico Nacional de México. juan.fo@mazatlan.tecnm.mx
[3] Jefe de Proyecto de Vinculación de Ingeniería Mecánica. Instituto Tecnológico de Mazatlán del Tecnológico Nacional de México. samuel.am@mazatlan.tecnm.mx
[4] Coordinador de Tutorías de Ingeniería Mecánica. Instituto Tecnológico de Mazatlán del Tecnológico Nacional de México. salvador.og@mazatlan.tecnm.mx

En agosto de 2022 se lanzó para el uso público Perplexity AI, una herramienta de inteligencia artificial generativa cuyas funciones básicas eran muy limitadas en ese momento. Sin embargo, su presentación no fue tan difundida como lo fue la de ChatGPT el 30 de noviembre de ese mismo 2022. La compañía OpenAI, propietaria de ChatGPT publicó ese día en su sitio web (https://openai.com/index/chatgpt/) en inglés: "Se ha entrenado un modelo llamado ChatGPT que interactúa de manera conversacional. El formato de diálogo permite que ChatGPT responda preguntas de seguimiento, admita sus errores, desafíe premisas incorrectas y rechace solicitudes inapropiadas". Además, decía: "Hay mucha emoción de presentar ChatGPT para que los usuarios retroalimenten y aprendan sobre sus fortalezas y debilidades. Durante la investigación previa, el uso de ChatGPT es gratuito".

A los cinco días de dar a conocer ChatGPT ya se contabilizaba un millón de usuarios, superando a otras herramientas tecnológicas que les había llevado más tiempo llegar a tantas personas en tan corto tiempo. Con la salida pública de ChatGPT se inició la carrera de ofertas de herramientas de inteligencia artificial generativa que utilizan lenguaje natural para generar el resultado a las solicitudes de los usuarios en distintos formatos. Se han dado a conocer distintas herramientas basadas en inteligencia artificial para el uso general o especializado a través de la web, entre ellas Gemini, Copilot, DALL-E, Claude. Además de las aplicaciones integradas a distintas de ellas que permiten su interacción y potencian su uso.

La más reciente y popular herramienta de IAGen es DeepSeek, de origen chino, que surgió públicamente el 20 de enero de 2025, con un estimado de seis millones de usuarios durante su primera semana de lanzamiento y que está compitiendo fuertemente por la preferencia en el mundo (Bæk, 2025). Sin embargo, ChatGPT continúa siendo la más popular y el número de quienes la usan ha pasado de ese millón de usuarios a los cinco días de su lanzamiento a 180 millones en agosto de 2024 (Silverio, 2024).

La inteligencia artificial generativa en la educación

El avance acelerado de las herramientas de inteligencia artificial generativa ha transformado diversos ámbitos del conocimiento, incluida la educación superior y la formación en ingeniería. Su potencial se ha documentado para optimizar procesos de búsqueda de información y automatización de tareas. Sin embargo, su adopción en entornos académicos tiene como principal desafío el desarrollo de habilidades críticas y la posibilidad de generar dependencia tecnológica. Por lo tanto, es fundamental comprender cómo los estudiantes y sus profesores perciben y utilizan la IAGen en sus actividades académicas.

En el "Manifiesto para la enseñanza y el aprendizaje en tiempos de IA generativa" (Bozkurt et al., 2024) se encuentran aportaciones para el análisis crítico sobre la IAGen en educación. Los autores identifican distintas metáforas con las que se han identificado estas herramientas, tales como "armas de destrucción masiva", "armas de doble filo" o "aliens peligrosos" (pág. 488), para describir las múltiples facetas y contradicciones que genera la tecnología. Este enfoque reconoce que, más allá de sus aplicaciones prácticas, la IAGen puede tener consecuencias socioculturales y de carácter ético que deben ser analizadas por su multidimensionalidad. Este manifiesto llama la atención sobre la complejidad de las percepciones en torno a la IAGen y muestra evidentemente que su adopción implica tanto oportunidades de transformación como riesgos que deben asumirse conscientemente por el sector educativo.

El propósito de este artículo es analizar el uso y las percepciones sobre la inteligencia artificial generativa (IAGen) en una institución educativa del noroeste de México que oferta ocho programas educativos de ingeniería. Por tanto, se identifica el uso de las herramientas de IAGen, cómo se integran en la formación académica, qué barreras se enfrentan para su adopción y qué implicaciones tienen en el proceso educativo. Por lo tanto, las preguntas que se responden son: ¿En qué porcentaje y con qué frecuencia se utilizan herramientas de inteligencia artificial generativa en actividades académicas en la educación en ingeniería?, además de ¿Cuáles son los beneficios, riesgos y desafíos percibidos por su uso por estudiantes y sus profesores?

La determinación de la frecuencia y los motivos del uso o rechazo de la IAGen permite identificar patrones de adopción y posibles áreas de oportunidad para su integración efectiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Asimismo, si es posible identificar los beneficios y riesgos asociados a estas herramientas se facilitará la formulación de estrategias para continuar promoviendo su uso responsable. Adicionalmente, al comprender mejor la interacción de los estudiantes de ingeniería con la IAGen se podrá fortalecer el desarrollo de competencias digitales, fomentar la autorregulación del aprendizaje, el pensamiento crítico y la alineación con las necesidades del ámbito laboral y el posgrado.

METODOLOGÍA

La Inteligencia Artificial Generativa en entornos educativos

La irrupción de ChatGPT ha sido uno de los hitos más significativos en el campo de la inteligencia artificial generativa. Maldonado (2024) destaca en su artículo “ChatGPT cumple 2 años: mucho ruido, ¿cuántas nueces?” cómo es que la rapidez con la que esta herramienta alcanzó un número muy alto de usuarios en la vida cotidiana y cómo se ha dado el cambio en la forma de interactuar con la tecnología. No obstante, el autor advierte que, a pesar de su éxito comercial y mediático, aún existen interrogantes sobre la verdadera capacidad de ChatGPT para generar conocimiento y sobre los riesgos de una dependencia excesiva. En consecuencia, la adopción masiva de ChatGPT muestra hoy en día tanto el potencial disruptivo de la IAGen como la necesidad de evaluar críticamente sus limitaciones y repercusiones a nivel social y educativo.

De acuerdo con Ethan Mollick (2024) los usos de la inteligencia artificial generativa dependen de las necesidades de cada persona e institución, de tal manera que no es posible poder generalizar qué usos son posibles o mejores para cualquiera. Hasta ahora, cuando ha salido un nuevo modelo de inteligencia artificial generativa no lo han presentado con un manual para su uso, sino que, poco a poco, quienes la utilizan diseminan su funcionalidad para actividades específicas. En consecuencia, entre más práctica y conocimientos se tengan sobre una herramienta más recomendaciones se tendrán disponibles.

Hasta ahora, el surgimiento público de la IAGen ha provocado sentimientos encontrados, tanto emociones positivas, por lo que se puede lograr con ellas, como temores fundados. Hay quienes advierten que se puede caer en exageraciones y ubicar peligros potenciales inexistentes en estas tecnologías. Por lo tanto, su implementación en entornos académicos requiere de programas que fomenten el análisis crítico para así no caer en el “Teatro de la AI” (Selwyn, 2022, p. 623). Este enfoque se contrapone a las visiones optimistas que presentan a la IAGen como la herramienta definitiva para resolver desafíos educativos, sin

considerar sus limitaciones intrínsecas. De ahí que, es necesario ser prudentes en su adopción y evitar el exceso de confianza en sus alcances y posibilidades.

Por otro lado, en el artículo "From chalkboards to chatbots: Transforming learning in Nigeria, one prompt at a time" (Simone et al., 2025) se ilustra cómo la implementación de herramientas de IAGen en entornos educativos en desventaja (como es el caso de Nigeria) han podido transformar prácticas tradicionales de enseñanza con su uso. En esta investigación nigeriana, se demostró que cuando se integra la IAGen en el proceso de enseñanza y aprendizaje se pueden optimizar los resultados de aprendizaje de lenguas y habilidades digitales. Sin embargo, los autores también reconocen que el éxito de tales intervenciones depende en gran medida del contexto y de la capacidad para superar barreras como la infraestructura limitada y las prácticas culturales. Esta experiencia es una evidencia de que la efectividad en la integración de la IAGen se condiciona por el contexto, como toda práctica educativa, y se necesita adaptar su uso a cada situación.

Uso de la IAGen en instituciones educativas mexicanas

Actualmente en México hay instituciones que han incorporado sistemáticamente el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa y que, incluso, están trabajando en el diseño de herramientas adaptadas a sus propias necesidades, como es el caso del TEC de Monterrey con el proyecto "ecosistema de inteligencia artificial TECgpt" (Ruiz, 2025). Este proyecto, único en México, y derivado de distintas iniciativas como TECgpt y TECgpt-portal busca integrar iniciativas con distintas universidades para un uso responsable y ético de la inteligencia artificial generativa.

Otras instituciones como la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) están trabajando en el fortalecimiento de competencias de sus profesores en el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa. En la UNAM, por ejemplo, se efectuó un estudio que ofrece datos empíricos que evidencian una amplia presencia de IAGen entre el estudiantado y el profesorado, aunque se identificó un mayor uso por parte de las y los estudiantes en actividades académicas. Lo que sugiere la necesidad de fortalecer las competencias digitales del personal docente para evitar una infrautilización o un uso inadecuado de estas herramientas (Benavides-Lara et al., 2025). Por consiguiente, se deben promover programas de formación en toda la comunidad académica que posibiliten equilibrar las competencias tecnológicas entre la comunidad académica. Asimismo, tanto en la UNAM como en la UAM se han desarrollado materiales e impartido cursos a sus profesores y estudiantes sobre buenas prácticas en el uso de la IAGen.

En el Tecnológico Nacional de México (TECNM), recientemente se ofertó el Diplomado en Integración de Inteligencia Artificial en Escenarios de Aprendizaje dirigido a todos sus docentes a través de una plataforma con actividades autogestionadas. Este diplomado tiene como propósito capacitar a los profesores adscritos al TECNM en la integración efectiva de herramientas de inteligencia artificial IAGen en su práctica docente (EDITEC Recursos Educativos, 2025).

Procedimiento y muestra

La investigación que ahora se presenta se caracteriza como un estudio de caso exploratorio de carácter mixto. Participaron un total de 83 estudiantes de una población de 1078 en el

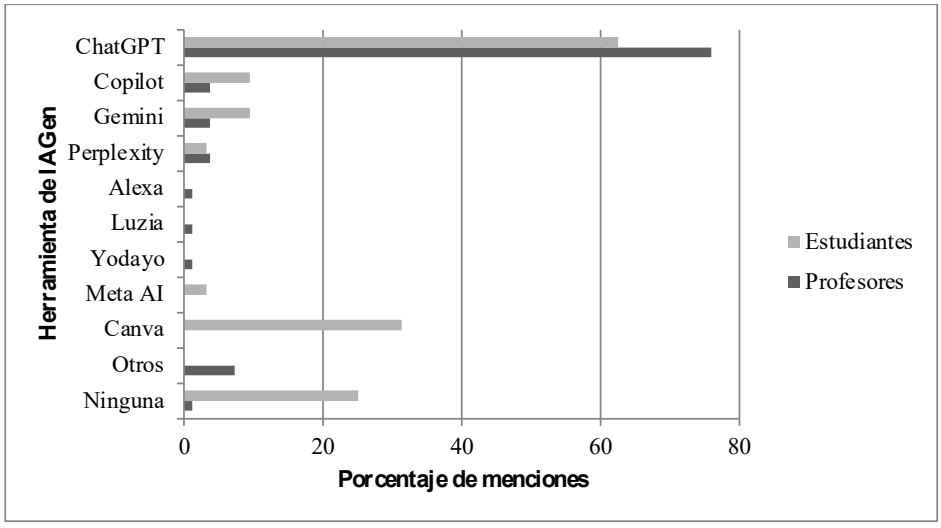
semestre agosto - diciembre 2024. Se distribuyó un formulario de 17 reactivos en Google Forms, por medio de redes sociales, para ser respondido voluntariamente por estudiantes de todos los programas educativos de una institución de educación en ingeniería del noroeste de México. Adicionalmente, 32 profesores, de una población de 120, respondieron un cuestionario de seis reactivos al inicio de un curso de formación docente para el desarrollo de materiales didácticos con apoyo de la inteligencia artificial generativa. El cuestionario de los estudiantes constó de tres preguntas sobre datos generales, ocho preguntas cerradas y seis abiertas. Mientras que, para el caso de los profesores cinco de las preguntas fueron cerradas y una abierta. Ambos cuestionarios se enfocaron en identificar los usos de las herramientas de inteligencia artificial generativa conocidas por la comunidad académica y sus percepciones sobre las mismas.

RESULTADOS

Se les preguntó a los estudiantes cuál era la frecuencia de uso de herramientas de IAGen, el 55.42% respondió un uso ocasional, el 34.9% un uso regular, mientras que los que declararon nunca haberla usado fue un 5% y un 3% mencionaron que siempre la utilizaban. Por otro lado, al preguntar a los profesores sobre su conocimiento sobre el uso de estas herramientas, un 25% mencionó que tenían conocimiento nulo sobre las herramientas de IAGen; otro 25% indicó que tenía conocimiento moderado y que necesitaban apoyo; un 31.25% indicó que el dominio sobre estas herramientas era bajo y que no tenían suficiente conocimiento sobre ellas; mientras que solamente un 15.6% indicó que podía usarlas sin dificultad y un 3.12% consideró que tenía un dominio alto y que era capaz de enseñar a otros cómo usarlas.

En la Figura 1 se puede observar que la herramienta de inteligencia artificial más usada por estudiantes y sus profesores es ChatGPT (63% y 79% respectivamente), mientras que los porcentajes de uso de otras herramientas mencionadas se encuentran por debajo de 10% para ambos colectivos. Resalta que un 25% de los profesores hayan mencionado no utilizar ninguna herramienta de IAGen y solamente menos del 2% de los estudiantes no las usen habitualmente.

Figura 1. *Herramientas de IAGen usadas más frecuentemente por estudiantes y profesores.*



En la Tabla 1, se integran las respuestas de los profesores a la pregunta sobre cómo creían que la inteligencia artificial generativa podía transformar la enseñanza. Asimismo, se les solicitó describir ejemplos concretos o situaciones en las que consideraran que estas herramientas podrían ser útiles o presentar desafíos en su práctica docente. Las respuestas se organizaron con base en cuatro categorías emergentes identificadas: (1) favorecimiento de la enseñanza, (2) adaptación al estudiante, (3) innovación y mejora de la práctica docente y (4) desafíos y riesgos potenciales.

Tabla 1. *Opiniones de profesores sobre la enseñanza con el uso de la IAGen.*

Categoría	Expresión textual original
1. Favorecimiento de la enseñanza	"Simplificando la forma de concretar las ideas"
	"Proporciona nuevas oportunidades de aprendizaje"
	"Es muy útil para los estudiantes siempre y cuando sea para apoyo de estudio y no algo que les resuelva problemas y les evite pensar por sí mismos"
	"Realizar operaciones laboriosas que son necesarias para obtener nuevos aprendizajes; ejemplo: en álgebra lineal; el cálculo de determinantes… y este es solo necesario para obtener otros resultados más significativos"
	"Listas de asistencia, rúbricas, exámenes, etc."
	"Es una manera rápida de obtener información los estudiantes."
	"La preparación de materiales más atractivos para la enseñanza-aprendizaje, hacer más ágil la comprensión mediante materiales más resumidos en ideas centrales…"
2. Adaptación al estudiante	"Creo que la IA ayuda a facilitar la enseñanza siempre y cuando sea aplicada de acuerdo con la necesidad de los estudiantes y también me ayudará a mí a que las clases sean diferentes. Porque los estudiantes cambian y nosotros también debemos cambiar."
	"Ayudará a que comprendan mejor la información que por muchos años se ha utilizado con palabras científico-técnicas que los alumnos en muchas ocasiones no conocen…"
	"Pudiera apoyar por ejemplo en dar aplicaciones concretas de la vida real, en materias abstractas como matemáticas." "Pueden transformar la enseñanza dando mejores ejemplos, tratando de hacerlos con ejemplos reales"
	"La inteligencia artificial puede analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y tendencias en el aprendizaje de los estudiantes. Esto puede ayudar a los docentes a ajustar su enfoque y mejorar la eficacia de su enseñanza."
3. Innovación y mejora de la práctica docente	"Nos ayudaría a los maestros a estar innovando nuestro material de una forma más fácil y eficiente." "La inteligencia artificial viene a revolucionar los procesos de enseñanza-aprendizaje acortando los tiempos en la búsqueda de información…"
	"Considero que el uso de nuevas herramientas nos facilita el poder transmitir la información con mayor claridad y será mejor aprovechado por nuestros estudiantes."
	"La inteligencia artificial (IA) es una herramienta que los docentes debemos aprovechar para la labor diaria, no subirnos a este tren nos dejará atrasados ante el avance de esta tecnología…"
	"La inteligencia artificial (IA) tiene el potencial de transformar significativamente la enseñanza. En el contexto de la docencia en ingeniería como el nuestro, estas herramientas pueden ser particularmente útiles y también presentar desafíos."
	"Generar actividades, realizar material didáctico, apoyo en instrumentación y obtener fuentes de información actuales."
4. Desafíos y riesgos potenciales	"La inteligencia artificial es un desafío, ya que sí puede ser una herramienta de ayuda, pero también un abuso en su uso. Puede hacer menos reflexivo y pensante al estudiante o facilitarle el trabajo en una presentación…"
	"Dado que no conozco los fundamentos de la inteligencia artificial generativa no puedo dar ejemplos concretos de su uso en la enseñanza."
	"Un desafío que tenemos los docentes en la actualidad, es sobre cómo tenemos que cautivar al alumno(a)… el uso de IA en clases que son muy teóricas puede ser un arma de doble filo."

Por otro lado, al preguntar a los estudiantes cuáles creían que fueran los mayores beneficios del uso de IAGen para los trabajos escolares, respondieron como se muestra en la Tabla 2. En esta tabla se agrupan las 82 respuestas de los estudiantes en las categorías emergentes identificadas. Las categorías fueron siete: (1) Practicidad en la entrega de tareas; (2)

Adaptación al estudiante; (3) Velocidad de respuesta; (4) Facilidad de acceso a la información; (5) Mejora ortográfica, redacción y claridad; (6) Generación de ideas / inspiración; (7) Riesgos y escepticismo. Se observa el predominio de lo práctico y directo en las categorías con mayor frecuencia: practicidad en la entrega de tareas, velocidad de respuesta y facilidad de acceso a la información. Destaca la alta frecuencia relacionada con la facilidad de acceso a la información y la practicidad en la entrega de tareas.

Tabla 2. *Frecuencia de respuesta de estudiantes sobre los beneficios del uso de la IAGen.*

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Ejemplos de expresiones
1. Facilidad de acceso a la información	17	21%	- "La facilidad para buscar información." - "Reduce el tiempo y facilita la búsqueda de información"
2. Practicidad en la entrega de tareas	15	18%	- "Facilidad al elaborar trabajos" - "Se entregan los trabajos más completos del trabajo que se nos ha asignado"
3. Velocidad de respuesta	14	17%	- "La rápida elaboración de las cosas" - "Generar respuestas concisas rápidas y sin ningún esfuerzo."
4. Mejora ortográfica, redacción y claridad	10	12%	- "Para mejorar la redacción de la información" - "Un trabajo mejor generado sin faltas de ortografía, respetando sus comas y puntos."
5. Generación de ideas / inspiración	10	12%	- "Que siempre te da nuevas ideas las cuales algunas veces no las sabemos" - "En mi caso. Lo uso para lluvia de ideas y guías. Me ayuda a estudiar"
6. Adaptación al estudiante	8	10%	- "Te puede ayudar a entender un tema." - "Te ayuda mucho en cualquier duda"
7. Riesgos y escepticismo	8	10%	- "No le veo mucho beneficio" - "Pues no mucho beneficio por que hay veces que hay información que no es cierta"

Se preguntó a los estudiantes sobre qué es lo que más les preocupaba del uso de la Inteligencia Artificial Generativa. En su mayoría (un 31.40%), respondió que les preocupaba la dependencia excesiva y la generación de información errónea. Mientras que el 13.30% consideró que la falta de pensamiento crítico y la debilitación de la competencia de lectura puede ser uno de los perjuicios, como se observa en la Tabla 3. Asimismo, un porcentaje menor (6%) consideró a los usos ilícitos o malintencionados como uno de los problemas derivados de su uso.

Tabla 3. *Respuestas de estudiantes sobre sus preocupaciones por el uso de la IAGen.*

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Ejemplos de expresiones
1. Dependencia excesiva	**13**	**15.70%**	- "Robar tu información personal" - "Que me haga muy dependiente de estas"
2. Información errónea o incompleta	**13**	**15.70%**	- "Que a veces presenta información errónea y se puede usar esa información incorrecta"
3. Disminución de la competencia de lectura y falta de pensamiento crítico	**11**	**13.30%**	- "Que los alumnos olviden leer y comprender"
4. Ninguno / sin preocupación	**10**	**12.00%**	- "Ninguno" - "Por ahora ninguno"
5. Robo de información	**8**	**9.60%**	- "Que en algún punto la gente ya no piense y todo lo quiera hacer con IA"
6. Falsificación / Suplantación	**8**	**9.60%**	- "Falsificación de tarjetas de crédito y débito"
7. Reemplazo humano / Impacto en el empleo	**8**	**9.60%**	- "El que nos pueda reemplazar" - "Que en un futuro reemplace todos los trabajos humanos."
8. Creación de imágenes o videos falsos (deepfakes)	**6**	**7.20%**	- "Falsificación" - "El de crear imágenes y videos falsos que invadan la privacidad de las personas"
9. Uso ilícito / malintencionado	**5**	**6.00%**	- "Que se utilice para cosas ilícitas" - "Para un uso inadecuado como copiar las tareas sin tener algún conocimiento"
10. No lo sé	**1**	**1.20%**	- "No lo sé"
TOTAL	**83**	**100.00%**	

CONCLUSIONES

La mayoría de los estudiantes respondieron que usan las herramientas de inteligencia artificial generativa ocasionalmente (46%) o regularmente (29%). Un pequeño porcentaje indicó que siempre las usan (3.6%) o que nunca las han usado (6.02%). Esto sugiere que la IA está presente en la vida académica de los estudiantes, aunque todavía no sea predominante ni esté completamente integrada en las prácticas estudiantiles.

En cuanto a los profesores, los resultados muestran dos grupos predominantes: quienes indicaron un nivel nulo o bajo de conocimiento sobre la IA (cercano al 50%) y quienes afirmaron tener un uso moderado, es decir, que entienden lo básico, pero necesitan apoyo. Sin embargo, solamente una minoría respondió que su nivel de dominio era suficiente o muy alto, lo que indica que pueden usar la IAGen sin dificultad e, incluso, pueden enseñar a otros a usarla.

Estos datos evidencian una brecha de conocimiento que puede afectar la forma en que los estudiantes aprovechan la IAGen. Si el profesorado desconoce estas herramientas, es menos probable que las integre activamente en clase, de modo que los estudiantes terminan indagando de forma autónoma, sin orientación académica sobre su empleo efectivo y ético. Por otro lado, un bajo porcentaje de profesores cuenta con un nivel adecuado de dominio para poder guiar a sus estudiantes. Por lo tanto, se podría adelantar que actualmente existe un desbalance en el uso y adopción de herramientas de inteligencia artificial entre estudiantes y sus profesores.

Existe, por tanto, una oportunidad de formación que permita que los profesores integren estas herramientas y se pueda cerrar la brecha en su dominio con los estudiantes y fomentar mejores prácticas al enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los estudiantes están tal vez utilizando estas herramientas sin el análisis crítico necesario que les permita identificar información confiable de la que no lo es.

Mientras que por un lado los estudiantes mencionan principalmente ChatGPT como su herramienta principal, con un bajo porcentaje de uso de otras plataformas; por otro lado, los profesores diversifican su uso, lo que sugiere que los docentes están más dispuestos a explorar otras opciones de IAGen. Lo que permitiría suponer una falta de conocimiento sobre alternativas o bien una preferencia por la herramienta más popular entre los estudiantes. Es decir, a los profesores les interesa explorar otras plataformas, posiblemente para evaluar distintas herramientas con intenciones críticas para su uso académico.

Las opiniones sobre el uso de herramientas de inteligencia artificial por los profesores son mayormente positivas, destacando beneficios en personalización, eficiencia y motivación. Sin embargo, también se mencionan precauciones y riesgos asociados con un uso irreflexivo y sin guía.

Al indagar sobre los beneficios que observan los estudiantes por el uso de las herramientas de inteligencia artificial generativa, se enfocan en aspectos operativos, prácticos y de velocidad sobre su uso. Mientras que sus profesores se centran más en aspectos de innovación y mejora de la enseñanza. En el caso de los estudiantes se ve reflejada la relevancia que asignan a la corrección de la ortografía y la redacción. En síntesis, a los profesores les interesa más el uso para mejorar la práctica docente, la personalización y la innovación, mientras que a los estudiantes les llama la atención el ahorro de tiempo, las búsquedas rápidas, la ortografía y la concreción para resolver trabajos o dudas.

Sin embargo, es relevante señalar que, tanto para estudiantes como para profesores, existen riesgos y desafíos del uso de la IAGen en diferentes aspectos. En los profesores hay preocupación por la disminución del pensamiento crítico, la búsqueda de la información veraz y el fomento a una mayor dependencia tecnológica; mientras que para los estudiantes las preocupaciones parecen enfocarse, aunque en mucho menor medida, en el escepticismo con respecto a los datos y su utilidad real.

En este momento, se puede observar que tanto instituciones educativas prestigiadas en México como en el mundo se están esforzando en transformar su enseñanza con el uso y aprovechamiento de la IAGen. Asimismo, es posible identificar como una necesidad urgente la incorporación del análisis crítico al utilizar las distintas herramientas de IAGen. Por lo tanto, la formación para estudiantes y profesores sobre el uso y adaptación de actividades con apoyo de herramientas de IAGen en ingeniería puede proporcionar un mayor potencial para la creatividad e innovación, sobre todo si se regularizan las normas institucionales para su uso con enfoque en esta área disciplinar.

BIBLIOGRAFÍA

Bæk, D. H. (2025, enero 28). Deepseek Users & Downloads. *SEO AI*. https://seo.ai/blog/deepseek-users-downloads

Benavides-Lara, M. A., Rendón Cazales, V. J., Escalante Rivas, N., Martínez Hernández, A. M. D. P. y Sánchez Mendiola, M. (2025). Presencia y uso de la inteligencia artificial generativa en la Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Digital Universitaria*, *26*(1). https://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2025.26.1.10

Bozkurt, A., Xiao, J., Farrow, R., Bai, J. Y. H., Nerantzi, C., Moore, S., Dron, J., Stracke, C. M., Singh, L., Crompton, H., Koutropoulos, A., Terentev, E., Pazurek, A., Nichols, M., Sidorkin, A. M., Costello, E., Watson, S., Mulligan, D., Honeychurch, S., … Asino, T. I. (2024). The Manifesto for Teaching and Learning in a Time of Generative AI: A Critical Collective Stance to Better Navigate the Future. *Open Praxis*, *16*(4), 487-513. https://doi.org/10.55982/openpraxis.16.4.777

EDITEC Recursos Educativos (Director). (2025, enero 13). *Mensaje del director. Diplomado IA* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=HqbHkNglI4E

Maldonado, F. (2024, diciembre 3). ChatGPT cumple 2 años: Mucho ruido, ¿cuántas nueces? *Retina*. https://retinatendencias.com/analisis/chatgpt-cumple-2-anos-mucho-ruido-cuantas-nueces

Mollick, E. (Director). (2024, octubre 7). *Closing Keynote: Education in the World of AI* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=xvxPFH16Bvgyt=414s

Ruiz, R. (2025, enero 28). Tec de Monterrey abre su ecosistema TECgpt con red AIGEN. *CONECTA. El sitio de noticias del Tecnológico de Monterrey*. https://conecta.tec.mx/es/noticias/nacional/educacion/tec-de-monterrey-abre-su-ecosistema-tecgpt-con-red-aigen?fbclid=IwY2xjawIccmlleHRuA2FlbQIxMQABHQzMyr4_D-i4UFSrW9QL_ChZlSOqiSdfpN0Gp3EPM-sClB4irJI1Jsvg1w_aem_5T3wCh_Um101uQK38nqV2g

Selwyn, N. (2022). The future of AI and education: Some cautionary notes. *European Journal of Education*, *57*(4), 620-631. https://doi.org/10.1111/ejed.12532

Silverio, M. (2024, diciembre 9). ChatGPT: número de usuarios y estadísticas. *PrimeWeb*. https://www.primeweb.com.mx/chatgpt-usuarios-estadisticas

Simone, M. E. D., Tiberti, F., Mosuro, W., Manolio, F., Barron, M. y Dikoru, E. (2025). *From chalkboards to chatbots: Transforming learning in Nigeria, one prompt at a time*. https://blogs.worldbank.org/en/education/From-chalkboards-to-chatbots-Transforming-learning-in-Nigeria

HABILIDADES BLANDAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA: ESTUDIO SOBRE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y TOMA DE DECISIONES

SOFT SKILLS IN ENGINEERING STUDENTS: STUDY ON PROBLEM-SOLVING AND DECISION-MAKING

E. Morales Coutiño[1]
S. Hernández Garduza [2]
A. Meza León[3]
M. D. Culebro Farrera[4]

RESUMEN

El presente estudio explora la relación entre las habilidades blandas identificadas en estudiantes de nuevo ingreso a programas de ingeniería y el desarrollo de competencias profesionales. Se analizan datos cuantitativos de estudiantes del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, revelando un déficit en habilidades blandas cruciales para el éxito en la formación profesional y el ejercicio de la ingeniería. Se discuten las implicaciones para el diseño de intervenciones educativas que fortalezcan estas habilidades y promuevan el logro de competencias profesionales en estudiantes de ingeniería.

ABSTRACT

This study explores the relationship between soft skills identified in incoming engineering students and the development of professional competencies. Quantitative and qualitative data from students at the Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez are analyzed, revealing a deficit in soft skills crucial for success in engineering education and practice. The implications for the design of educational interventions that strengthen these skills and promote the achievement of professional competencies in engineering students are discussed.

ANTECEDENTES

Este proyecto se centra en identificar el trayecto formativo de estudiantes de ingeniería, reconociendo las habilidades blandas desarrolladas curricular y extracurricularmente en la educación media superior, y su relación con el logro de competencias en los planes de estudio de ingeniería del Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Desde el análisis de academias transversales, como el departamento de Ciencias Económico Administrativas, se observa que la trayectoria académica de los estudiantes se ve afectada por requisitos curriculares para los cuales presentan déficit o áreas de mejora significativas. A pesar de la falta de un estudio que revele las condiciones cualitativas que determinan esta problemática, es evidente un desajuste entre las condiciones de ingreso y las exigencias de los primeros semestres, lo que afecta la comprensión del proceso formativo y el logro del perfil de egreso.

Este proyecto destaca la necesidad de identificar y dar a conocer las habilidades blandas a los estudiantes de nuevo ingreso, y cómo su desarrollo es fundamental para enfrentar las exigencias formativas y lograr las competencias profesionales esperadas, lo que determinó el

[1] Profesora de asignatura. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. edna.mc@tuxtla.tecnm.mx
[2] Jefe del Departamento de Desarrollo Académico. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. salvador.hg@tuxtla.tecnm.mx
[3] Jefa de departamento de Ciencias Económico-Administrativas. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. adriana.ml@tuxtla.tecnm.mx
[4] Subdirectora Académica. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. maria.cf@tuxtla.tecnm.mx

planteamiento de la pregunta: ¿Cuál es el impacto que tienen las habilidades blandas identificadas en el estudiante de nuevo ingreso del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en el proceso de formación y desarrollo de competencias profesionales en programas educativos de ingeniería y cuántas de ellas identifica y pone en práctica? La cual consideró como objetivo: "Determinar el impacto de las habilidades blandas identificadas en el estudiante de nuevo ingreso del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en el proceso de formación y desarrollo de competencias profesionales en programas educativos de ingeniería".

El proyecto considera condiciones subjetivas de los estudiantes y nociones estadísticas para segmentar perfiles de dominio de habilidades blandas por programa educativo y plantear una intervención adecuada. Su aporte, en cuanto a sus resultados, permiten a docentes y estudiantes adentrarse en este tema, conocer categorías didácticas, fortalecer la comprensión del modelo educativo y manejar un discurso y acciones pertinentes en el aula. En la dimensión práctica, cada hallazgo es valioso al permitir aplicar acciones sistemáticas y fundamentadas para reforzar las habilidades blandas en estudiantes de nuevo ingreso las cuales son fundamentales para garantizar el éxito en su trayectoria formativa, pero particularmente para responder a las exigencias del mercado ocupacional.

Relacionado con lo anterior, Sahidi (2020, p. 26) señala que desde la perspectiva de los empleadores "crecerá la importancia del pensamiento crítico, el análisis y la resolución de problemas" y que "Las nuevas habilidades (…) están relacionadas con el auto-control, como el aprendizaje activo, la resiliencia, la tolerancia al estrés y la flexibilidad".

Yturralde (2020, p. 28) menciona que las habilidades blandas:
son intrapersonales e interpersonales, son aquellas habilidades actitudinales requeridas para tener una buena interrelación con los demás, habilidades para escuchar activamente, para hablar, para comunicarnos, para liderar, estimular, delegar, analizar, juzgar, para negociar y llegar a acuerdos, para tener conciencia de los valores, de los aspectos de salud y seguridad, para trabajar en equipo - se incluye - la actitud, la capacidad de motivación, automotivación y la orientación a los logros.

Con relación a lo anterior puede identificarse la organización de las habilidades blandas para el grupo de investigadores en el proyecto en cinco ámbitos: adaptabilidad y flexibilidad, comunicación interpersonal, autoconfianza y seguridad, gestión del tiempo y organización y resolución de problemas y toma de decisiones. Recuperando en este informe el quinto y último ámbito. El estudio particularizó de este ámbito subcategorías como: análisis de situaciones, sacrificio por otros, afrontar conflictos, trabajo individual, delegar conflictos, lidiar con problemas, multitarea, confianza en emergencias, perspectivas múltiples, no insistir en lo incontrolable y sentido del humor.

METODOLOGÍA

El enfoque metodológico es cuanti-cualitativo, de acuerdo con el tipo de datos . El estudio es por su nivel de profundidad de corte exploratorio-descriptivo, no experimental, para Ocegueda (2015, p. 89) "En los estudios exploratorios se pueden tener ideas vagas, la investigación nos permitirá precisarlas, familiarizarnos con el problema" en este caso se parte de nociones iniciales del ingreso de los estudiantes y se vincula el análisis del impacto de un

curso remedial en el desarrollo de competencias profesionales. La temporalidad fue transversal, ya que la intervención se realiza en las generaciones que ingresan en los períodos de diciembre 2022 y junio 2023, utilizando exclusivamente la información que estos segmentos proveen.

Se determinó como técnica a la encuesta con un cuestionario aplicado a la población de estudiantes de nuevo ingreso en los períodos determinados en párrafos antecedentes. El instrumento es un cuestionario estructurado en formulario web con estructura de cuatro variables y 61 ítems en escala de Likert, la cual conforme con Morán y Alvarado (2010, p. 50) "consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante las cuales se pide la reacción de los sujetos. Se suele emplear para medir actitudes" , éstos asociados a la exploración de habilidades blandas transversales para la educación superior de los cuales se identifica para esta producción el apartado de "solución de problemas y toma de decisiones" integrado por 11 reactivos.

Participaron en el estudio 245 estudiantes inscritos en primer semestre con representatividad de cada programa educativo existente en la oferta del instituto, esta muestra representa el 31 % del total de la población que ingresó en el ciclo agosto 2023. De los 245 participantes, 124 son mujeres (50.6%), 120 son hombres (49%) y 1 no está definido (0.4%). La edad promedio es de 18.3 años, con un rango de 16 a 23 años. La mayoría de los estudiantes tienen 18 años (147 estudiantes equivalente al 60 % del total). Las carreras más representadas en el estudio son Ingeniería en Sistemas Computacionales con el 22.4% (55 estudiantes), Ingeniería Industrial con el 13.5 % (33 estudiantes), Gestión Empresarial con el 13.1% (32 estudiantes), Ingeniería Mecatrónica 12.7 % (31) e Ingeniería Mecánica con el 9.8% (24), dejando un 28 .6% distribuidos entre las carreras de Bioquímica, Química y Logística.

En cuanto al bachillerato de procedencia se tiene que del CBTIS son 77 los estudiantes, lo que corresponde al 31.4%; del COBACH se registraron 64 estudiantes, lo que representa el 26.1%; del CBTA son 44 estudiantes que equivalen al 17.9% y de la modalidad Preparatoria, CONALEP e instituciones privadas se registran 60 estudiantes con una representatividad del 24.5%.

Se determinaron cuatro variables: sexo, edad, carrera elegida en el TECNM y modalidad de Bachillerato cursado. De donde es importante señalar que la última de ellas, de corte escolar, está formulada en atención a identificar la determinación del tipo de bachillerato y la atención a procesos curriculares oficiales en México, los resultados obtenidos alimentarán no sólo al nivel de educación superior sino que será valioso para ejercicios de revisión en educación media. Se empleó principalmente análisis descriptivo en el bloque de competencias "Solución de problemas y toma de decisiones".

Específicamente, se utilizaron estadísticas descriptivas: Se calcularon medidas como la media, la mediana y la desviación estándar para los 11 reactivos incluidos en el bloque. Esto permitió comprender cómo se distribuyen las respuestas de los estudiantes y obtener una visión general de sus opiniones y tendencias con relación a las habilidades blandas en el segmento de "Solución de problemas y toma de decisiones", así como análisis comparativo que permitió realizar comparaciones entre grupos de estudiantes (por sexo y carrera) lo que

ayudó a identificar posibles diferencias en las percepciones y tendencias de los estudiantes en función de las variables demográficas referidas.

Atendiendo a un procedimiento estructurado que combinó elementos cuantitativos y cualitativos, se codificaron las respuestas asignando valores numéricos a las respuestas de los estudiantes en cada reactivo para facilitar el análisis cuantitativo, aplicando una escala del 1 al 5, donde 1 representaba la respuesta menos favorable y 5 la más favorable. Se creó una base de datos que presentó de manera organizada los datos codificados en una tabla, incluyendo las variables iniciales de sexo, edad, carrera que estudia en el TECNM y bachillerato de procedencia.

Se utilizaron estadísticas descriptivas y comparaciones atendiendo a la ventaja que esta representa conforme a lo citado por Rincón (2017, p. 16) "Las técnicas de la estadística descriptiva ayudan a visualizar la información de una manera más significativa, especialmente cuando la cantidad de datos es grande". Por ello al identificar una población entre grupos para identificar tendencias y posibles diferencias en las respuestas de los estudiantes, el cálculo de estadísticas descriptivas y el análisis por grupos de estudiantes permitió formular en complemento un análisis comparativo que proporcionó información relevante y que seguramente podrá ser retomada para ulteriores investigaciones, interesa enfatizar que se pueden analizar elementos comparativos por sexo donde las estadísticas descriptivas de hombres y mujeres en cada reactivo identifican posibles diferencias en sus percepciones y tendencias y la comparación por carrera que con base en las estadísticas descriptivas arrojadas en cada reactivo permite identificar posibles diferencias en sus percepciones y tendencias.

En cuanto a la interpretación de los resultados, se buscó colocar la identificación de tendencias generales, las diferencias entre grupos demográficas y escolares y se buscó interpretar las diferencias encontradas entre estos grupos, considerando posibles factores sociales y de género. En cuanto a la etapa de conclusiones y recomendaciones es fundamental referir que son iniciales e implican análisis más detallados que están pautando investigaciones futuras, así como espacios de vinculación con el nivel medio de educación de cara al establecimiento de la nueva escuela mexicana.

RESULTADOS

Se generaron estadísticos descriptivos asociados al bloque de habilidades blandas "Solución de problemas y toma de decisiones. Calculando medidas como la media, la mediana y la desviación estándar, estableciendo valores mínimos y máximos, los cuales se presentan en la Tabla 1 de este documento.

Tabla 1. *Estadísticos Descriptivos acerca de solución de problemas y toma de decisiones (N: 245).*

Reactivo	Descripción	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
1	Analizo cada situación y organizo los pasos a seguir para resolverla.	3.5	1.2	1	5
2	A veces sacrifico mis propios intereses por los de los demás.	2.8	1.1	1	5
3	Afrontar los conflictos supone un reto para mí.	3.2	1.0	1	5
4	Prefiero realizar los trabajos yo solo.	2.5	1.3	1	5
5	Prefiero dejar que otros/as tomen la responsabilidad de resolver los conflictos.	2.2	1.2	1	5
6	Acostumbro a lidiar con los problemas de una forma u otra.	3.8	0.9	1	5
7	Siento que puedo lidiar con varias cosas al mismo tiempo.	3.0	1.1	1	5
8	En situaciones de emergencia soy una persona con quién los otros pueden contar.	4.2	0.8	2	5
9	Puedo, generalmente, ver una situación de diversas maneras.	3.9	0.9	2	5
10	No insisto en las cosas sobre las cuales no puedo hacer incidir.	3.3	1.0	1	5
11	Normalmente encuentro motivo para reír.	4.5	0.7	3	5

Notas

- N = Número de respuestas válidas para cada reactivo.
- La escala de respuesta para cada reactivo es:
  - 1 = Nunca
  - 2 = Alguna vez lo he hecho
  - 3 = A veces
  - 4 = Con frecuencia
  - 5 = Siempre

Tomando en consideración que los resultados obtenidos en la Tabla 1 se expresan en terminos de autoevaluación, es fundamental situar el peso que tiene la autopercepción estudiantil, lo que implica establecer posteriores situaciones desde la complementariedad de un observador que corrobore o cuestione dicha perspectiva autoreferida, así lo analizado en ella establece que en general, los estudiantes tienden a mostrar niveles altos de "Análisis y organización" (Reactivo 1), "Liderazgo en situaciones de emergencia" (Reactivo 8) y "Sentido del humor"

(Reactivo 11), los reactivos relacionados con la "Colaboración" (Reactivo 2) y la "Resolución de conflictos" (Reactivos 3 y 5) muestran una mayor variabilidad en las respuestas, lo que sugiere que estas habilidades podrían ser áreas de oportunidad para muchos estudiantes, en cuanto a la "Preferencia por el trabajo individual" (Reactivo 4) y la "Evitación de conflictos" (Reactivo 5) tienden a tener puntuaciones más bajas, lo que indica que la mayoría de los estudiantes no se identifican fuertemente con estas conductas.

Las Tablas 2 y 3 presentan un análisis por carrera acerca de reactivos asociados directamente con la resolución de conflictos.

Tabla 2. *Resolución de conflictos.*

Grupo	Media	Mediana	Desviación estándar
Total	3.29	3	1.09
Mujeres	3.32	3	1.08
Hombres	3.26	3	1.1
Gestión Empresarial	3.42	3	1.05
Mecánica	3.17	3	1.17
Mecatrónica	3.33	3	1.03
Sistemas Computacionales	3.2	3	1.13
Industrial	3.29	3	1.11
Electrónica	3.33	3	1.03
Eléctrica	3.5	3.5	0.71
Bioquímica	3.17	3	0.98
Química	3	3	1.41
Logística	3.5	3.5	0.71

En la Tabla 2 puede notarse que las mujeres muestran una media ligeramente superior a los hombres en el reactivo 3, lo que sugiere que perciben que afrontar conflictos supone un reto para ellas en mayor medida que para los hombres, no obstante, la diferencia no es significativa y la desviación estándar es similar en ambos grupos, lo que indica una variabilidad parecida en las respuestas. Las carreras de Eléctrica y Logística presentan las medias más altas, lo que podría indicar que los estudiantes de estas carreras sienten que afrontar conflictos supone un reto para ellos en mayor medida que para los estudiantes de otras carreras, en tanto que para las carreras de Mecánica y Química muestran las medias más bajas, lo que podría sugerir que los estudiantes de estas carreras tienen menos dificultades o menos percepción de reto al afrontar conflictos.

Esta información permite establecer que en general, los estudiantes muestran una percepción moderada de que afrontar conflictos supone un reto para ellos. La mayoría de las medias se

encuentran alrededor de 3, lo que indica que la mayoría de los estudiantes responden "A veces" a este reactivo. Considerando como elemento de análisis que la diferencia observada entre hombres y mujeres puede estar relacionada con factores sociales y culturales que influyen en la forma en que cada género percibe y afronta los conflictos. Las diferencias entre carreras podrían estar relacionadas con las características propias de cada disciplina y las habilidades que se valoran en cada campo.

Al revisar la Tabla 3 se evidencia que las mujeres muestran una media ligeramente superior a los hombres en el reactivo 5, lo que sugiere que tienen una ligera tendencia a preferir dejar que otros tomen la responsabilidad de resolver los conflictos en comparación con los hombres, sin embargo, la diferencia no es muy grande y la desviación estándar es similar en ambos grupos, lo que indica una variabilidad parecida en las respuestas. Las carreras de Gestión Empresarial y Electrónica presentan las medias más altas, lo que podría indicar que los estudiantes de estas carreras tienen una mayor tendencia a preferir dejar que otros tomen la responsabilidad de resolver los conflictos. Este dato es altamente relevante cuando se coloca una mirada de género ya que en el caso de Gestión Empresarial existe una tendencia de presencia significativa de mujeres, lo que no ocurre en Electrónica donde la presencia de mujeres sigue siendo poco significativa. Por otro lado, la carrera de Sistemas Computacionales muestra la media más baja, lo que podría sugerir que los estudiantes de esta carrera tienen menos preferencia por delegar la resolución de conflictos.

En general, los datos muestran que los estudiantes se situan en una tendencia moderada a preferir dejar que otros tomen la responsabilidad de resolver los conflictos. La mayoría de las medias se encuentran alrededor de 3, lo que indica que la mayoría de los estudiantes responden "A veces" a este reactivo. Los factores sociales y culturales influyentes en cada género y su forma de relacionarse con los conflictos podría estar marcando la diferencia observada entre hombres y mujeres, en cuanto a las diferencias entre carreras podrían estar relacionadas con las características propias de cada disciplina y las habilidades que se plantean como exigencias en cada una de ellas.

Tabla 3. *Preferencia de los estudiantes en dejar que otros tomen la responsabilidad de resolver los conflictos.*

Grupo	Media	Mediana	Desviación estándar
Total	2.53	3	1.22
Mujeres	2.55	3	1.21
Hombres	2.51	3	1.24
Gestión Empresarial	2.67	3	1.25
Mecánica	2.5	3	1.22
Mecatrónica	2.5	3	1.22
Sistemas Computacionales	2.4	3	1.29
Industrial	2.57	3	1.17
Electrónica	2.67	3	1.03

En cuanto a la toma de decisiones se retoma el reactivo 10 el cual explora si los estudiantes insisten en cosas sobre las cuales no pueden influir, los resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. *Estudiantes y toma de decisiones al respecto de situaciones irresolubles.*

Grupo	Media	Mediana	Desviación estándar
Total	3.16	3	1.25
Mujeres	3.13	3	1.22
Hombres	3.19	3	1.27
Gestión Empresarial	3.25	3	1.25
Mecánica	3.08	3	1.25
Mecatrónica	3.17	3	1.17
Sistemas Computacionales	3.0	3	1.34
Industrial	3.21	3	1.19
Electrónica	3.25	3	1.17
Eléctrica	3.13	3	1.25
Bioquímica	3.17	3	1.17
Química	3.0	3	1.29
Logística	3.5	3.5	0.71

Conforme a los datos obtenidos los hombres muestran una media ligeramente superior a las mujeres en el reactivo 10, lo que sugiere que tienen una ligera tendencia a afirmar que no insisten en cosas sobre las que no pueden influir, sin embargo, con respecto a las mujeres la diferencia no es muy grande y la desviación estándar es similar en ambos grupos, lo que indica una variabilidad parecida en las respuestas. En cuanto al análisis por carrera se identifica que los estudiantes de Logística presentan la media más alta, lo que podría indicar que los estudiantes de esta carrera tienen una mayor tendencia a afirmar que no insisten en cosas sobre las que no pueden influir, Gestión Empresarial y Electrónica muestran medias relativamente altas, por el contrario tenemos que las carreras de Sistemas Computacionales y Química muestran las medias más bajas, lo que podría sugerir que los estudiantes de estas carreras tienen menos tendencia a afirmar que no insisten en cosas sobre las que no pueden influir.

Por lo que la tendencia general muestra que entre los estudiantes existe moderadamente la percepción de que no insisten en cosas sobre las que no pueden influir, como se ha venido viendo estos resultados parecen estar altamente asociados, cuando se distingue por género a factores sociales y culturales con procesos en los cuales cada uno de estos se relaciona con las nociones de perseverancia y aceptación. En cuanto al ámbito escolar , se reitera, desde

este análisis que el peso, características y exigencias que cada disciplina posee coloca al estudiante en otro plano de desempeño en la toma de decisiones.

En la el cierre de este apartado se presentan elementos cualitativo-generalizantes de los reactivos 1,2,4,6 al 9 y 11. Los resultados evidencian que existen diferencias sutiles en la autopercepción de habilidades blandas entre los dos géneros, rasgo que se refuerza entre las diferentes carreras. Cabe destacar que los patrones culturales se reflejan en estos resultados, lo que puede notarse en la información del reactivo 2 que recupera la autopercepción con respecto al sacrificio de intereses.

- Análisis y Organización, se identifica una autopercepción positiva en general, con una ligera superioridad en los hombres. En términos de carrera, las áreas de Logística, Mecatrónica y Gestión Empresarial destacan por una mayor autopercepción, mientras que Bioquímica presenta la más baja.
- Disposición al Sacrificio de Intereses muestra una tendencia moderada en general, con una ligera mayor disposición en las mujeres. Las carreras de Logística, Gestión Empresarial, Mecatrónica, Electrónica y Eléctrica muestran una mayor tendencia a sacrificar intereses, mientras que Bioquímica presenta la menor.
- Liderazgo ante Problemas se caracteriza por una alta tendencia a lidiar con ellos, con una ligera superioridad en los hombres. Las carreras de Logística, Electrónica, Eléctrica y Gestión Empresarial muestran una mayor tendencia a asumir el liderazgo ante problemas, mientras que Mecánica presenta la menor.
- Capacidad de Multitarea muestra una tendencia moderada, con una ligera superioridad en los hombres. Las carreras de Logística, Mecatrónica, Gestión Empresarial y Electrónica muestran una mayor tendencia a la multitarea, mientras que Sistemas Computacionales presenta la menor.
- Visión Multifacética, que implica la capacidad de ver situaciones desde diversas perspectivas, muestra una alta tendencia en general, con una ligera superioridad en los hombres. Las carreras de Logística, Electrónica, Eléctrica y Gestión Empresarial muestran una mayor tendencia a la visión multifacética, mientras que Mecánica presenta la menor.
- Sentido del Humor muestra una muy alta tendencia a encontrar motivos para reír, con una ligera superioridad en los hombres. Las carreras de Logística, Gestión Empresarial, Electrónica y Bioquímica muestran una mayor tendencia al sentido del humor, mientras que Mecatrónica, Sistemas Computacionales, Mecánica y Química presentan las más bajas.

CONCLUSIONES

Habiendo realizado el análisis estadístico descriptivo-comparativo que explora las opiniones de los estudiantes con respecto a sus habilidades blandas, con especial énfasis en la solución de problemas y toma de decisiones y colocando las reflexiones que en este sentido se encontró en la producción contemporánea de la educación superior, puede considerarse su relevancia para el sistema de educación tecnológica en la medida que todo análisis presentado, es un insumo inicial para orientar la propia toma de decisiones tanto en el aula como en la organización, las diversas opiniones corroboran la urgente necesidad de colocar este tema en el debate y en las acciones educativas. Los hallazgos del estudio se alinean con

la literatura que destaca la importancia de las habilidades blandas en la formación de ingenieros competentes.

Gámez et al. (2024) refiere que “La necesidad de fortalecer estas habilidades en estudiantes de ingeniería se ha abordado mediante intervenciones educativas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la metodología "Design Thinking", simulaciones y juegos de rol, y actividades extracurriculares” lo que muestra no solo su identificación sino la posibilidad de su atención a partir de estrategias probadas en distintos momentos y latitudes. Los resultados obtenidos sugieren que los estudiantes de nuevo ingreso a ingeniería se autoperciben como moderadamente competentes en habilidades blandas, con áreas de oportunidad para fortalecer su desarrollo o consolidación. La falta de diferencias significativas por sexo y bachillerato sugiere que estas variables no influyen de manera determinante en la autopercepción de habilidades blandas y es importante hacer notar que, es posible que la ligera tendencia de los estudiantes de ingeniería a mostrar mayor flexibilidad y adaptación podría estar relacionada con las exigencias de la carrera, un estudio longitudinal podría permitir verificar este dato al identificar el avance del plan de estudios.

Por lo que, aun cuando existen muchos elementos de análisis cualitativo de un nivel más profundo, se establece que existen por lo menos tres grandes temas a abordar en la dinámica del proceso formativo de los estudiantes de ingeniería para consolidar sus habilidades blandas: asegurar acciones que incidan en el desarrollo del bienestar emocional y la actitud resiliente fundamentada; atención a procesos organizativos como la gestión del tiempo y el liderazgo y, finalmente detonar acciones para fortalecer el pensamiento divergente y disruptivo.

BIBLIOGRAFÍA

Gámez Meza, A. C., Hernández Fimbres, B., Tánori Quintana, J., & Hernández Gámez, F. J. (2024). Relación entre las competencias interpersonales y la autoeficacia para mejorar el desempeño de los ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI digital*, *11*(16), 29-37. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/issue/view/21

Ocegueda Mercado, C. (2015). Metodología de la investigación. Métodos, técnicas y estructuración de trabajos académicos. Albox editores.

Morán Delgado, A. & Alvarado Cervantes, D.G (2010). *Métodos de investigación*. (1ª Edición). Pearson.

Rincón, L. (2017). *Estadística descriptiva* (F. de C. de la UNAM, Ed.). Las prensas de ciencias.

Yturralde, E. (2020). Habilidades esenciales para un futuro exitoso. *Ernesto Yturralde Worldwide Inc*. https://www.habilidadesblandas.com

Zahidi, S. (2020, diciembre). Los empleos del mañana. *FINANZAS & DESARROLLO*, 66.

OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE PRÉSTAMO DE LIBROS CON GOOGLE WORKSPACE

OPTIMIZATION OF BOOK LENDING SERVICE WITH GOOGLE WORKSPACE

P. T. Gutiérrez Rosas[1]
M. G. Canchola Pérez[2]
V. H. Cacique Borrego[3]

RESUMEN

El Tecnológico Nacional de México en Celaya, una institución de educación superior con gran presencia en el país ha buscado mejorar sus servicios bibliotecarios en su Extensión Apaseo el Grande ante el crecimiento de la demanda estudiantil. Inicialmente, el préstamo de libros se realizaba de manera manual mediante hojas de cálculo locales, lo que generaba ineficiencias y errores en el control de inventario y registro de usuarios. Para optimizar este proceso, se desarrolló un sistema basado en Google Workspace for Education, integrando Google Apps Script, Google Sheets, Gmail y Google Calendar. Este sistema automatizó la gestión de préstamos, mejoró el acceso a la información y optimizó los tiempos de operación. Su implementación permitió reducir los tiempos de atención en un 83%, mejorar la entrega puntual de libros en un 71% y aumentar la satisfacción general al 89%. La solución evidencia que la tecnología en la nube mejora significativamente los servicios bibliotecarios, facilitando el acceso a recursos académicos de manera eficiente y organizada.

ABSTRACT

The National Technological Institute of Mexico in Celaya, a higher education institution with a strong presence in the country, has sought to improve its library services at its Apaseo el Grande Extension in response to the growing student demand. Initially, book lending was managed manually using local spreadsheets, leading to inefficiencies and errors in inventory control and user registration. To optimize this process, a system based on Google Workspace for Education was developed, integrating Google Apps Script, Google Sheets, Gmail, and Google Calendar. This system automated loan management, improved information access, and optimized operational times. Its implementation reduced service response times by 83%, improved on-time book returns by 71%, and increased overall user satisfaction to 89%. This solution demonstrates that cloud-based technology significantly enhances library services, providing more efficient and organized access to academic resources.

ANTECEDENTES

El Tecnológico Nacional de México en Celaya, es una institución de educación superior tecnológica ubicada en el centro del país, en el estado de Guanajuato, y es parte de los 254 campus y centros regionales que conforman al Tecnológico Nacional de México (TecNM), entidad de educación superior con mayor presencia en el territorio de México. El TecNM contribuye significativamente en la transformación social, económica y cultural de la nación, a través de la formación de profesionales y científicos de alta calidad.

El Tecnológico Nacional de México en Celaya se ha posicionado como una de las instituciones más prestigiosas dentro del TecNM destacándose a nivel nacional por su

[1] Jefa de la División de Estudios Profesionales. Tecnológico Nacional de México en Celaya. teresita.gutierrez@itcelaya.edu.mx
[2] Jefa del Departamento de Ingeniería Bioquímica/Ambiental. Tecnológico Nacional de México en Celaya. maria.canchola@itcelaya.edu.mx
[3] Coordinador de la extensión de Apaseo el Grande. Tecnológico Nacional de México en Celaya. victor.cacique@itcelaya.edu.mx

excelencia académica. En los últimos años, el crecimiento y consolidación del TecNM en Celaya es gracias a sus notables logros en los niveles de licenciatura y posgrado, así como en las áreas de investigación, vinculación y gestión. (TecNM en Celaya, 2024).

Debido a la creciente demanda de educación superior en el estado de Guanajuato, en agosto de 2017, el TecNM en Celaya apertura una extensión en la ciudad de Apaseo el Grande ofreciendo las ingenierías en Gestión Empresarial, Industrial, Mecánica y Mecatrónica, brindando oportunidades de formación profesional a los jóvenes de la región.

Para fortalecer los procesos académicos en la Extensión de Apaseo el Grande del TecNM en Celaya y atendiendo la normativa del TecNM se instrumentó la prestación de servicios bibliotecarios requeridos por la comunidad educativa para fomentar así una cultura de acceso a la información. (Dirección General de Educación Superior Tecnológica [DGEST], 2005). En un comienzo el servicio de préstamo de libros se realizó a través de hojas de cálculo guardadas en una computadora de escritorio de forma local en donde actividades como: préstamos de libros, control de inventario, catálogo de libros, registro de usuarios y adeudos; se realizaban manualmente. La operación manual del servicio dificultó la eficiencia operativa, generó errores y limitó el acceso a la información estadística del servicio bibliotecario.

Cuando se agilizan los trámites administrativos, el proceso educativo se beneficia significativamente, tal como el servicio de préstamo de libros. En el TecNM en Celaya, así como otros tecnológicos del sistema, es requisito para la obtención del título de licenciatura que el estudiante no presente adeudos de bibliografía Anteriormente, cada estudiante debía llevar un registro del acervo solicitado en préstamo, así como el estado de entrega de cada bibliografía, y en caso de tener algún adeudo, regularizar su servicio. La digitalización de este proceso, junto con el envío de notificaciones por correo sobre fechas límite, facilita una gestión más eficiente de sus trámites.

El objetivo de la investigación fue desarrollar un software basado en tecnología de Google para la modernización del servicio de préstamos de libros, mejorando el acceso a la información y reducir los tiempos operativos. Por lo anterior se plantea la pregunta de investigación: ¿Cómo puede Google Workspace optimizar el servicio de préstamo de libros en una biblioteca? ¿Qué beneficios genera un software basado en la nube frente a los sistemas tradicionales?

METODOLOGÍA

Para el desarrollo del sistema de control de préstamo de libros se utilizó el modelo de proceso incremental, el cual permite construir el sistema en etapas. El modelo de proceso incremental es una metodología de desarrollo de software en la que el sistema se construye de manera progresiva a través de múltiples incrementos o iteraciones, como se muestra en la Figura 1. Cada incremento añade funcionalidad al software, permitiendo que se implemente y pruebe de manera gradual. Esta estrategia es ideal para proyectos en los que se requiere entregar versiones funcionales del sistema en etapas tempranas, reduciendo riesgos y permitiendo ajustes con base en la retroalimentación de los usuarios (Pressman, 2010).

Figura 1. *Modelo de proceso incremental.*

Según Paredes (2022, como se citó en Tanenbaum, 2009), los sistemas de información requieren de planeación, análisis, diseño, codificación y pruebas para complementar un ciclo de vida. Esta metodología sirve de base para cada incremento en el sistema.

La administración de préstamos de libros en la Extensión de Apaseo el Grande enfrentaba desafíos significativos, como el registro manual de transacciones, el seguimiento de fechas de devolución y la notificación oportuna a los usuarios. Debido a la ejecución manual de estas tareas, el servicio bibliotecario era susceptible a errores, generaba ineficiencias operativas y afectaba negativamente la experiencia de los estudiantes. Para dar solución a las problemáticas, se propuso el desarrollo de un sistema basado en Google Workspace for Education.

Google Workspace for Education es un conjunto de herramientas diseñadas para ayudar a los centros educativos a proteger sus entornos de aprendizaje, mejorar la enseñanza y preparar a los estudiantes para el futuro (Gonzalo, 2018). En la Figura 2 se muestran las aplicaciones de Google Apps Script, Hojas de Cálculo, Gmail y Calendario; que permiten desarrollar sistemas personalizados, optimizan la gestión de información y mejoran la interacción con los usuarios.

Figura 2. *Aplicaciones de Google.*

El sistema de préstamo de libros consta de cuatro componentes principales: automatización mediante Google Apps Script, gestión de inventarios y registros con Hojas de Cálculo, notificación automática por Gmail y organización de fechas con Calendario.

Automatización con Apps Script

Google Apps Script (GAS) es un lenguaje de secuencias de comandos basado en JavaScript que permite personalizar y automatizar aplicaciones de Google mediante clases definidas por la propia plataforma. La Interfaz de Programación de Aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) y servicios de GAS permiten la automatización de tareas tanto en productos de Google como en servicios de terceros (Ganapathy, 2016).

Es posible escribir y ejecutar código en productos Google como Documentos, Hojas de Cálculo y Formularios; de manera similar a cómo se hace en Visual Basic para Aplicaciones (VBA) en Microsoft Office. La diferencia entre VBA y GAS radica en que GAS se ejecuta en los servidores de Google, mientras que los resultados se reflejan en el navegador del usuario. Además, el editor de secuencias de comandos integrado permite desarrollar y depurar código directamente en el navegador, sin necesidad de instalar software adicional. GAS permite ejecutar las funciones creadas en su editor manualmente o automatizarlas mediante activadores basados en eventos o intervalos de tiempo.

Gestión de inventarios y registros Hojas de Cálculo

Hoy en día las hojas de cálculo se han convertido en una herramienta esencial para la gestión y análisis de datos. Google Sheets, una plataforma basada en la nube va más allá de las funciones tradicionales de una hoja de cálculo al ofrecer un entorno dinámico y colaborativo. Su amplia gama de características y funcionalidades permite optimizar la organización, el análisis y la visualización de datos.

La Hoja de Cálculo actúa como la base de datos del sistema. Contiene información sobre los usuarios, libros disponibles y préstamos. Las funciones creadas en Apps Script permiten leer y escribir datos de manera eficiente en esta hoja, manteniendo un registro centralizado.

Notificaciones automáticas con Gmail

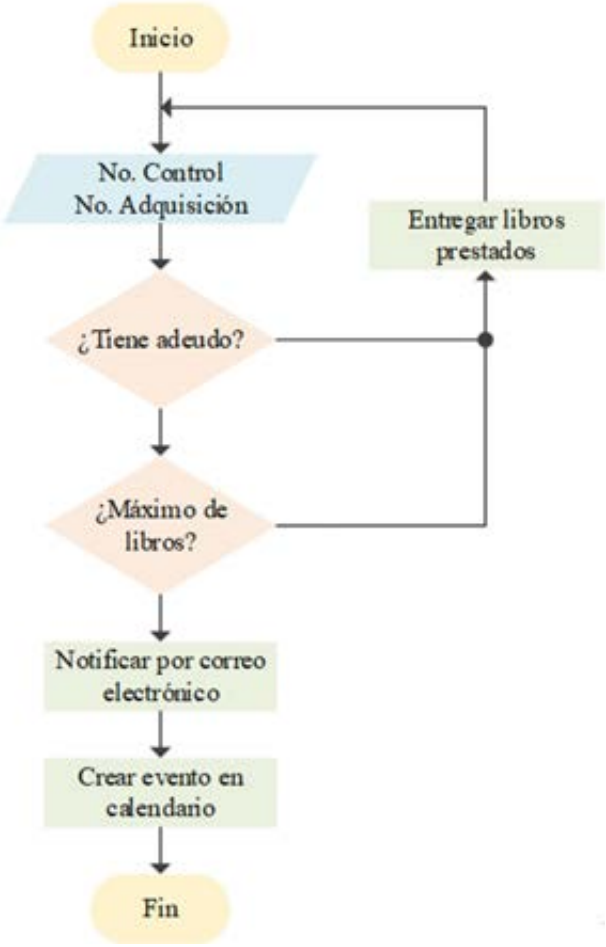
Gmail es uno de los correos electrónicos más relevantes en la actualidad, ya que facilita la conexión ágil entre personas. Su importancia ha crecido aún más al integrarse con diversas aplicaciones en Internet, como redes sociales, foros, plataformas de descarga y herramientas ofimáticas (Sepúlveda, 2016). La utilización de Gmail es enviar recordatorios automáticos a los usuarios sobre las fechas de devolución.

Organización de fechas con Calendario

Google Calendar es una herramienta de gestión de tiempo y planificación de eventos basada en la nube. Permite a los usuarios crear, programar y compartir eventos, establecer recordatorios y sincronizar actividades en múltiples dispositivos. Su integración con otras aplicaciones de Google, como Gmail y Google Meet, facilita la organización de reuniones y tareas. Su función de colaboración permite compartir calendarios con otros usuarios, mejorando la coordinación en equipos de trabajo, empresas y actividades personales (Sepúlveda, 2016).

Identificadas las herramientas de Google Workspace esenciales para la construcción del sistema de préstamo de libros, se diseñó un diagrama de flujo general del sistema para comprender, analizar y optimizar el proceso, identificando las posibles errores o redundancias. En la Figura 3 se muestra el proceso general del sistema.

Figura 3. *Diagrama de flujo general del sistema.*



El sistema de préstamo de libros comienza con el registro en una hoja de cálculo, donde el personal de apoyo a la educación ingresa el número de control asignado a cada estudiante accediendo automáticamente a su información básica, como nombre, especialidad, semestre y estado de inscripción. De manera similar, se registra el número de adquisición del libro prestado, lo que permite obtener detalles como el título, autor, editorial y código del sistema, tal como se muestra en la Figura 4. Posteriormente, el sistema valida si el solicitante tiene algún adeudo y verifica la cantidad máxima de libros que puede solicitar.

Figura 4. *Interfaz principal del sistema.*

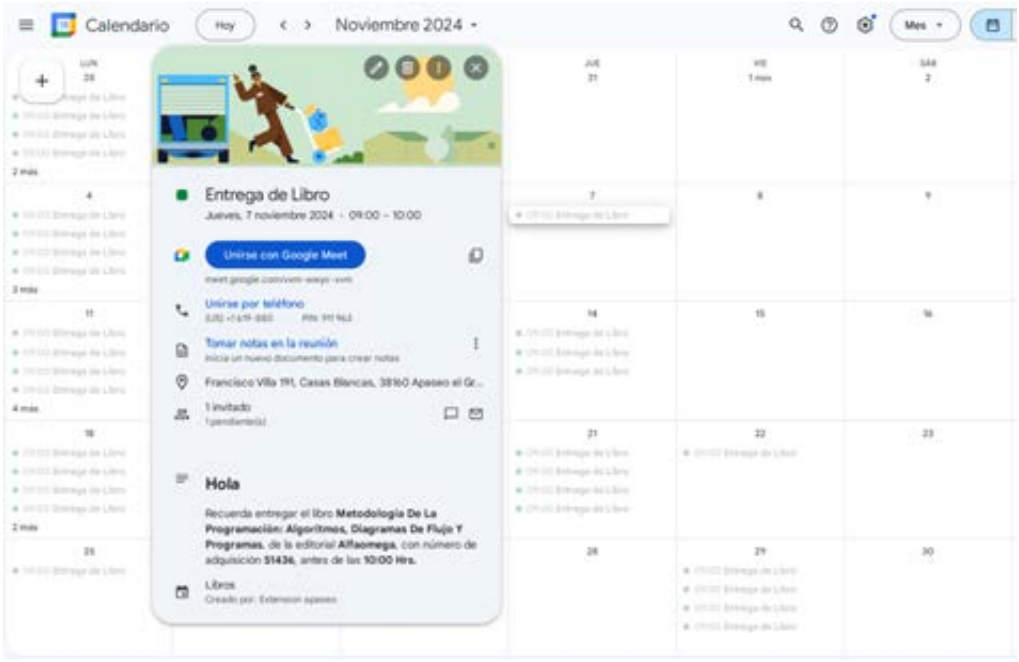
Una vez confirmada la información, se envía una notificación por correo electrónico con los detalles del préstamo, incluyendo el título del libro y la fecha de devolución. La Figura 5 ilustra la notificación de correo electrónico que se recibe a través de cuentas institucionales.

Figura 5. *Correo electrónico de notificación.*

Gracias a la integración con Google Workspace, el sistema permite generar un evento en el calendario personal del estudiante para recordar la fecha de entrega del libro. Este evento incluye información relevante como el título, la fecha y hora de devolución, así como la

ubicación de entrega. En la Figura 6 se presenta un ejemplo del evento generado por el préstamo de un libro.

Figura 6. *Evento creado en calendario como recordatorio.*



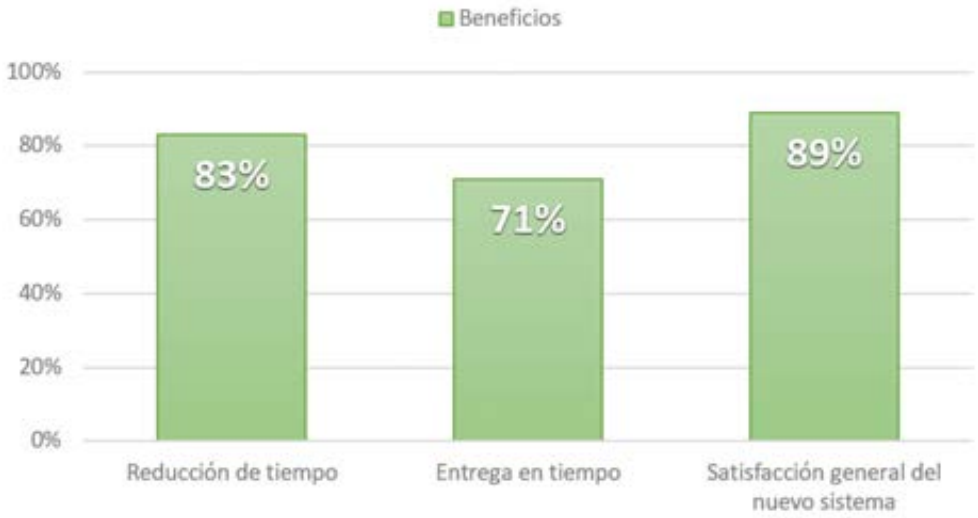
RESULTADOS

El desarrollo del sistema de préstamo de libros basado en Google Workspace permitió la gestión eficiente de libros, usuarios y préstamos mediante herramientas colaborativas en la nube. Se logró integrar diversas aplicaciones de Google para optimizar el acceso y administración de los recursos bibliográficos, mejorando la disponibilidad y organización de la información.

Para evaluar los beneficios de la implementación del sistema de préstamo de libros en la Extensión Apaseo el Grande del TecNM en Celaya, se aplicó una encuesta a la comunidad estudiantil tras su puesta en marcha. La recopilación de datos se llevó a cabo durante el periodo Agosto-diciembre de 2024, con una población de 71 estudiantes del primer al cuarto semestre de las ingenierías en industrial y mecatrónica.

La Figura 7 muestra el porcentaje de estudiantes que perciben los beneficios de la implementación del sistema. Se observa que el 83% considera que el tiempo de atención en el servicio de préstamo de libros se redujo. Además, un 71% valora positivamente la notificación de entrega puntual del libro. Finalmente, el 89% expresa una mayor satisfacción general con el nuevo sistema.

Figura 7. *Beneficios del sistema.*



CONCLUSIONES

La implementación del sistema de préstamo de libros basado en Google Workspace en la Extensión Apaseo el Grande del TecNM en Celaya ha demostrado ser una solución eficiente para optimizar la gestión bibliotecaria. Los resultados obtenidos reflejan una notable mejora en la experiencia de los estudiantes, destacando la satisfacción general del servicio (89%).
El uso de aplicaciones de Google, como Apps Script para la automatización, Google Sheets para el registro de información, Gmail para notificaciones personalizadas y Google Calendar para el seguimiento de tareas, ha permitido automatizar el registro de préstamos, optimizar el control de libros y proporcionar recordatorios, reduciendo así los retrasos en las devoluciones. Estos beneficios demuestran que la integración de tecnologías en los servicios bibliotecarios no solo mejora la eficiencia de los procesos internos, sino que también enriquece la experiencia del usuario, facilitando un acceso más ágil y eficiente a los recursos académicos.

Con una satisfacción del 89% reportada por los usuarios, el sistema refleja un compromiso con la calidad académica y la innovación educativa, factores esenciales para la adaptación a un mundo cada vez más digitalizado y competitivo. La experiencia de integrar tecnología en la gestión académica no solo optimiza el aprendizaje, sino que también fomenta una cultura de acceso eficiente a la información y de adaptación a nuevas herramientas tecnológicas.

BIBLIOGRAFÍA

Dirección General de Educación Superior Tecnológica (2005). *Documentos Normativos para los Centros de Información del Sistema Nacional de Educación Superior.* http://www.dgest.gob.mx/images/areas/difusion/Documentos_Normativos-2005_Centros_de_Informacin.pdf

Ganapathy, R. (2016). *Learning Google Apps Script. Customize and automate Google Applications using Apps Script* (1ª. Ed.). Packt Publishing Ltd.

Gonzalo, V. (2018). *G Suite for Education: administración y configuración en centros educativos*: (1ª Ed.). RA-MA Editorial.

Paredes, E. Mendoza, L., Aguilar, C. y Pérez, J. (2022). *Sistema de Información Web para generar Instrumentaciones Didácticas. Revista ANFEI Digital, Num. 14.* http://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/578/1413

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico* (7ª Ed.). McGraw Hill

Sepúlveda, D. (2016). *Aplicaciones Google* (1ª Ed.).RA-MA Editorial.

Tecnológico Nacional de México en Celaya (2024). *Plan de trabajo Anual 2024.* https://celaya.tecnm.mx/wp-content/uploads/2024/04/PROGRAMA_TRABAJO_ANUAL_2024_ITCelaya_07dic2023.pdf

DESARROLLO DE CALCULADORA PARA DETERMINAR PARÁMETROS DE CORTE EN FRESADORAS VERTICALES PLANAS

DEVELOPMENT OF A CALCULATOR TO DETERMINE CUTTING PARAMETERS ON FLAT VERTICAL MILLING MACHINES

L. G. González Vázquez [1]
R.J. Pérez López [2]
M. A. Rubio Castellanos[3]
G. Partida Ochoa[4]

RESUMEN

En la presente investigación se desarrolla una aplicación en Visual Studio® con el objetivo de determinar los parámetros de corte en cortadores verticales planos de la marca YG-MILL®, utilizados en materiales no ferrosos. La aplicación está diseñada para su uso en la enseñanza de manufactura avanzada, se basa en datos del fabricante y en la experiencia de expertos en programación CNC. Su interfaz desarrollada con Visual Studio contiene secciones de datos de entrada, salida y ejecución, comparando los resultados que arroja el software con cálculos manuales, dando como resultado un cien por ciento de confiabilidad. Finalmente, esta obra fue registrada ante INDAUTOR, destacando la importancia del desarrollo de herramientas digitales y la protección de la propiedad intelectual en el ámbito académico.

ABSTRACT

In the present research an application is developed in Visual Studio® with the objective of determining the cutting parameters of YG-MILL® brand vertical flat cutters, used in non-ferrous materials. The application is designed for use in teaching advanced manufacturing, is based on manufacturer's data and the experience of experts in CNC programming. Its interface developed with Visual Studio contains input, output and execution data sections, comparing the results produced by the software with manual calculations, resulting in one hundred percent reliability. Finally, this work was registered with INDAUTOR highlighting the importance of the development of digital tools and the protection of intellectual property in the academic field. Finally, this work was registered with INDAUTOR highlighting the importance of the development of digital tools and the protection of intellectual property in the academic field.

ANTECEDENTES

El trasfondo de las herramientas de corte revela una historia enriquecedora en la evolución tecnológica, reflejando actualmente un impacto significativo a diversas industrias en cuanto a productividad y eficiencia en la fabricación de productos (Rostvall, 2020). En este sentido, los antecedentes se dividen en cuatro apartados que ayudan a la buena práctica de manufactura; estas son las herramientas de corte, el diseño de interfaz, la programación de la calculadora y el registro de la obra.

Herramientas de corte

En el trabajo de González (2024) y Moreno (2021) mencionan que las herramientas de corte más utilizadas en una fresadora vertical CNC se presentan en la Tabla 1. Sin embargo, este desarrollo se enfoca exclusivamente en los cortadores planos o Endmill.

[1] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. luis.gv@cdguzman.tecnm.mx
[2] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. ruben.pl@cdguzman.tecnm.mx
[3] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. miguel.rc@cdguzman.tecnm.mx
[4] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. gonzalo.po@cdguzman.tecnm.mx

Tabla 1. *Tipos de cortadores verticales.*

Geometría	Nombre	Geometría	Nombre
	Cortador tipo bola		Cortador de ranura
	Cortador con radio		Ranurado con ángulo
	Cortador Plano		Chaflán
	Cortador cónico plano		Redondeo de esquina
	Cónico con radio/bola		Esférico
	Cortador corona		

El blog de la distribuidora de cortadores de tungsteno Razo, Miguel (2023) describe las partes que componen un cortador vertical, como se muestra en la Tabla 2.

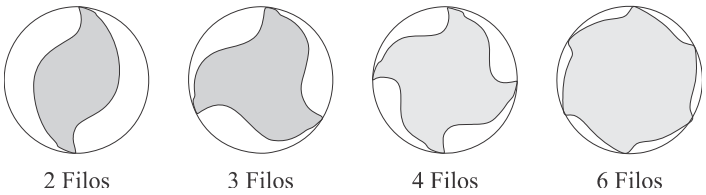
Tabla 2. *Partes de un cortador vertical.*

Forma	Descripción
	Se observa la cara del cortador con los filos de corte (dientes o flautas) distribuidos de manera simétrica. También se aprecia el orificio central, que en algunos casos sirve para sujeción o alineación.
	Muestra el filo en detalle, destacando el ángulo de ataque de las flautas y la geometría helicoidal, la cual ayuda a evacuar virutas y reducir vibraciones durante el mecanizado.
	Presenta el cuerpo del cortador con sus flautas helicoidales. La hélice de las flautas mejora la eliminación de material y reduce esfuerzos durante el mecanizado. El extremo plano indica que es un cortador de cara plana (*flat endmill*), ideal para superficies planas, ranuras y cavidades de fondo recto.
	Se muestra el vástago cilíndrico del cortador, la parte que se sujeta en el portaherramientas del centro de mecanizado. Se observa el diámetro del mango y el corte

Fuente: Miguel E. (2023).

Chávez (2023) y Paredes (2020) señalan que el número de filos de un cortador vertical influye directamente en el tipo de operación para la que fue diseñado. Además, afecta tanto la eficiencia del corte como la calidad del acabado superficial. Chávez (2024) agrega que los filos son el punto de contacto entre la herramienta y el material a maquinar, por lo que su cantidad influye en el rendimiento con distintos materiales. En la Figura 1 se presenta la sección transversal de cortadores planos con diferentes números de filos.

Figura 1. *Sección transversal de los cortadores planos.*



Una de las principales dificultades encontradas durante el maquinado fue la fractura de las herramientas de corte. Esto se debió a que la velocidad angular, la velocidad de penetración y el corte por pasada se determinaban con base en la experiencia del operador del CNC, Morocho (2017), así como también atendiendo las recomendaciones del proveedor. Sin embargo, esta información carecía de precisión técnica para su aplicación en un entorno académico. Para abordar esta problemática, se buscó asesoría especializada y se estableció contacto con un distribuidor de la marca YG-MILL®, quien proporcionó documentación técnica y manuales. En la Tabla 3 se presentan los parámetros de corte recomendados para los cortadores verticales de carburo sólido Alu-Power de la marca YG-MILL®.

Tabla 3. *Parámetros de corte, cortadores plano Alu-Power.*

Diámetro (pulgadas)	RPM	Velocidad de avance (pulgadas / minuto)
1/8	10,000	33.1
5/32	10,000	42.5
3/16	10,000	47.3
¼	10,000	56.7
5/16	8,000	66.2
3/8	8,000	80.3
½	8,000	99.2
9/16	6,000	85.1
5/8	6,000	89.8
11/16	4,000	66.2
13/16	4,000	75.6
El corte en herramientas extralargas se debe reducir en un 50%.		

Fuente: YG-MILL (2014)

Las herramientas de corte pueden descender al iniciar el mecanizado mediante tres estrategias principales:

- **Descenso directo:** La herramienta desciende verticalmente sobre el material sin desplazamiento en los ejes X o Y.
- **Descenso en rampa:** La herramienta se inclina progresivamente mientras avanza en los ejes X, Y y Z.

- **Descenso helicoidal:** La herramienta sigue una trayectoria en espiral con un movimiento helicoidal, combinando avance en los ejes X e Y mientras desciende en Z.

En el mismo contexto se muestran las ecuaciones y parámetros de corte.

1. Velocidad angular:

El proveedor de herramientas YG-MILL® (2014) recomienda operar la máquina al 85 % de su velocidad angular nominal. Por lo tanto, la ecuación para calcular la velocidad angular ajustada se expresa como:

$$\omega = \omega_n \times \left(\frac{C}{100}\right) \qquad \text{Ecuación 1}$$

Donde:
$\omega_n =$ Velocidad angular del husillo del centro de maquinado a utilizar (RPM).
$C =$ Porcentaje de la velocidad nominal programada en el centro de maquinado (%).

2. Velocidad de avance:

La velocidad de avance corresponde al desplazamiento que realiza la bancada del centro de maquinado en los ejes X e Y. Para su cálculo, se toma en cuenta la velocidad angular nominal y se consulta la Tabla 3 para identificar el diámetro de la herramienta, la velocidad angular y la velocidad de desplazamiento. La ecuación correspondiente es:

$$V_A = \frac{\omega_n \times V_{An}}{\omega} \qquad \text{Ecuación 2}$$

Donde:
$V_A =$ Velocidad de avance $\left(\frac{Pulgadas}{Minuto}\right)$
$V_{An} =$ Velocidad de avance nominal $\left(\frac{Pulgadas}{Minuto}\right)$

3. Velocidad de penetración:

Según el proveedor de herramientas de corte, la velocidad de penetración equivale a la mitad de la velocidad de avance nominal, expresándose como:

$$V_P = \frac{V_A}{2} \qquad \text{Ecuación 3}$$

Donde:
$V_P =$ Velocidad de penetración $\frac{Pulgadas}{Minuto}$

4. *Corte por pasada:*

El corte por pasada se define como la profundidad de material removida en cada recorrido de la herramienta. De acuerdo con la ilustración ubicada en el vértice inferior derecho de la Tabla 3, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C_P = 0.5 \times D \qquad \text{Ecuación 4}$$

Donde:
C_P = Corte por pasada $(Pulgadas)$
D = Diametro de la herramienta de corte $(Pulgadas)$

5. *Paso y radio de la espiral:*

El paso y el radio de la espiral se determinan a partir de la configuración del software de manufactura asistida por computadora SURFCAM. Las ecuaciones correspondientes son:

$$R_e = 0.9 \times r_h \qquad \text{Ecuación 5}$$

Y para determinar el Paso, se determina como se indica en la ecuación 6:

$$P_e = 0.5 \times r_h \qquad \text{Ecuación 6}$$

Donde:
R_e = Radio de la espiral $(Pulgadas)$
P_e = Paso de la espiral $(Pulgadas)$
r_h = Radio de la herramienta $(Pulgadas)$

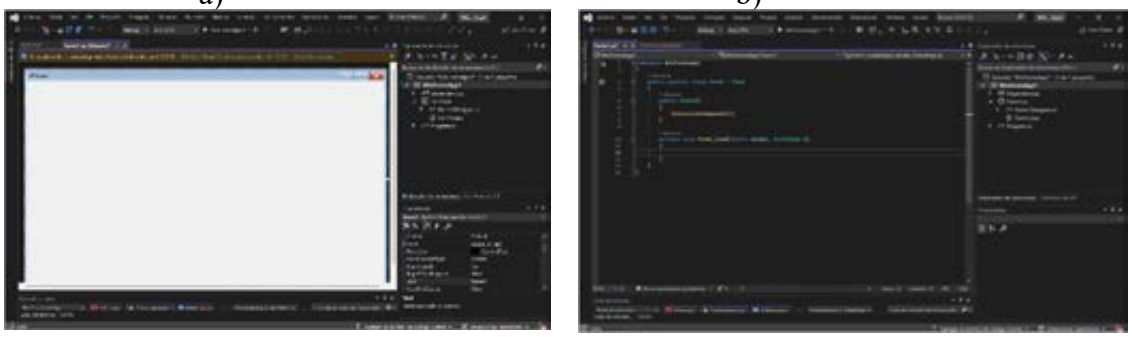
La programación de la calculadora se realiza con Microsoft Windows® siendo el sistema operativo más utilizado en computadoras, con una cuota de mercado del 77% Roch (2024). Por su parte, Ramel (2022) indica que aproximadamente el 32.15% de los desarrolladores encuestados utilizan Visual Studio®.

Con lo anterior se puede configurar un formulario en Visual Studio®, mostrando la interfaz de desarrollo en dos pantallas, como se muestra en la Figura 2:

a. Diseñador de interfaz de usuario (UI): permite la creación visual de la interfaz mediante la adición y disposición de elementos como botones, cuadros de texto y otros controles interactivos.
b. Editor de código: espacio donde se escribe y edita el código fuente que define el comportamiento de la aplicación.

Figura 2. *Visual Studio®: a) Diseñador y b) Editor de código.*

a) b)



METODOLOGÍA

Para desarrollar esta investigación, se llevó a cabo en cuatro etapas. En la primera etapa se define el problema en base a las necesidades de acuerdo con los parámetros de corte. En la segunda etapa se desarrolla la interfaz de la calculadora diseñada con Visual Studio®. En la tercera etapa se implementan las ecuaciones mencionadas en el capítulo anterior. Y se verifican los resultados. Y en la última etapa se realiza el registro de propiedad intelectual ante INDAUTOR, tal como se ve en la Figura 3.

Figura 3. *Etapa de la investigación.*

Las etapas de investigación se convierten en los pasos a seguir para desarrollar un software y obtener parámetros confiables y con mayor productividad. A continuación, se explica las actividades realizadas en cada una de ellas.

E1. Definición del problema y recolección de datos

Se identificó la necesidad de una herramienta que ayude a determinar los parámetros de corte en fresadoras CNC. Se recopilaron datos del proveedor de herramientas YG y se establecieron las ecuaciones necesarias.

E2. Diseño de la interfaz

Se desarrolló la interfaz de la calculadora en Visual Studio®, dividiendo la aplicación en dos secciones principales: entrada (datos del cortador y condiciones de corte) y salida

(parámetros calculados como velocidad angular, velocidad de avance, velocidad de penetración, etc.).

E3. Programación y validación

Se implementaron las ecuaciones en la calculadora, asegurando su funcionalidad y precisión en los cálculos. Se verificó que los resultados fueran correctos y útiles para la programación de fresadoras CNC.

E4. Registro de la propiedad intelectual

Finalmente, se registró la aplicación ante INDAUTOR, con el objetivo de proteger los derechos de autor y mostrar a los estudiantes la importancia del desarrollo de software en el ámbito académico y profesional.

RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados encontrados en cada una de las etapas.

E1. Definición del problema y recolección de datos

Con base en la necesidad de los parámetros, en esta primera etapa se considera un husillo de centro de maquinado con una capacidad de velocidad angular de 10,000 RPM y un cortador de 3/16 de pulgada de diámetro. La máquina operará al 85% de su velocidad nominal y, por lo tanto se requirió determinar los siguientes parámetros:

a. Velocidad angular
b. Velocidad de avance
c. Velocidad de penetración
d. Corte por pasada
e. Radio de la espiral
f. Paso de la espiral

Con base en los datos de la Tabla 3 y aplicando la ecuación 1 correspondiente, se obtuvo una velocidad angular de 8500 rpm, como se muestra a continuación:

$$\omega = 10{,}000 \times \left(\frac{85}{100}\right) = 8{,}500\ RPM$$

Para determinar la velocidad de avance se utiliza la ecuación 2, y se obtiene un resultado de 40.205in por minuto, como se muestra en la siguiente ecuación:

$$V_A = \frac{8{,}500\ RPM \times 47.3\ in/min}{10{,}000} = 40.205 in/min$$

Para la velocidad de penetración se obtiene al sustituir los datos en la ecuación 3, obteniendo un resultado de 20.102 pulgadas por minuto, como se muestra a continuación:

$$V_A = \frac{40.205 in/min}{2} = 20.102 in/min$$

Para determinar el corte que como resultado 0.09375 pulgadas por pasada, se utiliza la

ecuación ,4 obteniéndolo de la siguiente manera:

$$C_P = 0.5 \times \frac{3}{16} in = 0.09375\ in$$

Además, el radio de la espiral se obtiene al utilizar la ecuación 5 y se tiene como resultado 0.0843 pulgadas, como se muestra a continuación:

$$R_e = 0.9 \times \frac{\left(\frac{3}{16}\right)}{2} = 0.0843\ in$$

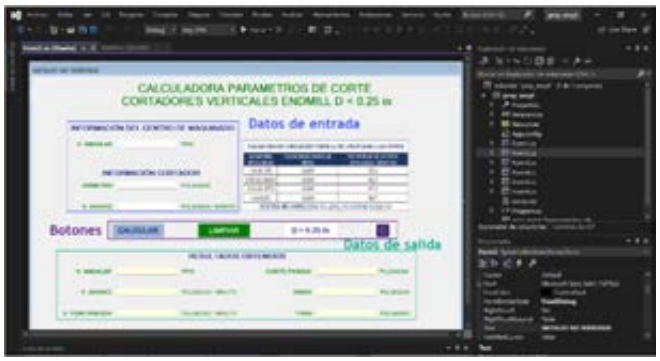
Y por último, el paso de la espiral se obtiene al utilizar la ecuación 6, obteniendo como resultado 0.0468 pulgadas:

$$P_e = 0.5 \times \frac{\left(\frac{3}{16}\right)}{2} = 0.0468\ in$$

E2. Diseño de la interfaz

En esta segunda etapa, la aplicación desarrollada consta de tres apartados, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. *Apartados de la aplicación.*



A continuación, se explica puntualmente cada uno de los apartados, como lo son datos de entrada, datos de salida y los botones implementados de la interfaz desarrollada:

1. Datos de entrada:
- Velocidad angular en (RPM)
- Diámetro del cortador (pulgadas)
- Velocidad de avance en (pulgadas/minuto)

2. Datos de salida:
- Velocidad angular (RPM)
- Velocidad de avance (pulgadas/minuto)
- Velocidad de penetración (pulgadas/minuto)

- Corte por pasada (pulgadas)
- Radio (pulgadas)
- Paso (pulgadas)

3. Botones implementados:
- Calcular: genera los valores de salida a partir de los datos ingresados.
- Limpiar: borra los datos ingresados y calculados automáticamente.
- Cerrar: finaliza la aplicación al presionar el icono de apagado.

E3. Programación y validación

Dentro de la etapa 3 para validar la programación, se ingresaron los datos en la aplicación y se compararon los resultados que se obtuvieron de manera manual. Tal y como se muestra en la Figura 5, los valores coinciden, verificando la precisión de los cálculos.

Figura 5. *Resultados obtenidos en la aplicación.*

Al comparar los resultados manuales y los de la aplicación, se observa que los parámetros coinciden, así como se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4. *Comparación de resultados.*

Parámetro	Cálculo manual	Aplicación	Coincidencia
Velocidad angular (RPM)	8,500	8,500	100 %
Velocidad de avance (in/min)	40.205	40.205	100 %
Velocidad de penetración (in/min)	20.102	20.102	100 %
Corte por pasada (in)	0.09375	0.09375	100 %
Radio de la espiral (in)	0.0843	0.0843	100 %
Paso de la espiral (in)	0.0468	0.0468	100 %

E4. Registro de la Propiedad Intelectual

Por último, en la etapa 4 se obtuvo el número de registro de la obra No. 03-2022-100312431900-01 ante INDAUTOR, mostrando con ello novedad y originalidad de la aplicación.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la calculadora para cortadoras verticales planas demuestra la importancia de utilizar herramientas digitales en la optimización de procesos de manufactura. Donde la implementación de Visual Studio permitió crear una aplicación intuitiva que facilita la obtención de parámetros de corte precisos, contribuyendo a mejorar la eficiencia y precisión en el mecanizado. Además, este proyecto resalta la relevancia de basarse en datos técnicos proporcionados por los fabricantes en lugar de depender exclusivamente de la experiencia empírica.

Asimismo, la integración de esta calculadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje proporciona a los estudiantes una herramienta que les permite comprender y aplicar de manera práctica los conceptos de manufactura avanzada. El registro de la aplicación ante INDAUTOR no solo protege la propiedad intelectual desarrollada en el aula, sino que también fomenta una cultura de innovación y emprendimiento entre los estudiantes, motivándolos a desarrollar soluciones tecnológicas propias.

El uso de tecnologías digitales en la ingeniería no solo optimiza los procesos productivos, sino que también impulsa el desarrollo de nuevas aplicaciones que pueden transformar la enseñanza y la industria. Todo esto conlleva en fomentar en los estudiantes el desarrollo de software especializado, utilizado de manera profesional para el impacto y toma de decisiones de las empresas, siendo esta una estrategia clave para su formación y su inserción en un mercado laboral altamente competitivo.

BIBLIOGRAFÍA

Chávez, M. (2023, octubre 23). Introducción a Cortadores Verticales. *Daaam Tools*. https://daaamtools.com/blogs/articulos-educativos/introduccion-a-cortadores

Chávez, M. (2024, noviembre 18). ¿Cómo afecta el número de filos a una herramienta de corte? *Daaam Tools.* https://daaamtools.com/blogs/articulos-educativos/como-afecta-el-numero-de-filos-a-una-herramienta-de-corte

González-Vázquez, L. G., Mojarro-Magaña, M., Pérez-López, R. J., Partida-Ochoa, G., & Puga-Nathal, K. L. (2025). Programación de Centro de Maquinado con Solidworks (Vol. 1). Alfaomega. Recuperado el 12 de febrero de 2025, https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-2221876041-programacion-de-centro-de-maquinado-con-solidworks-_JM

Miguel E. (12 de julio de 2023). ¿Cómo y cuáles son los cortadores verticales? *Endmills*. *Distribuidora de Tungsteno Razo.* https://distribuidoradetungsteno.com.mx/blog/como-y-cuales-son-los-cortadores-verticales-endmills/

Moreno Arango, J. A., Partida Ochoa, G., Chocoteco Campos, J. A., Pérez-López, R. J., & González Vázquez, L. G. (2021, septiembre) Aplicación Didáctica de un Cotizador de Servicios para Fresadora CNC. https://www.mecamex.net/revistas/LMEM/revistas/LMEM-V10-N03-05.pdf

Morocho Toapanta, F. A., & Naula Aucanshala, A. D. (2017). *Útiles de corte de alta y baja*

velocidad y los procesos de fresado vertical en el centro de mecanizado de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo, en el año 2017 (Bachelor's thesis, Riobamba, UNACH 2017).

Paredes, J., Santiago, V. (2020) Informe integrador No. 8. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima Perú, INFORME_INTEGRADOR_N8-libre.pdf

Ramel, B. D., (2022, 23 Junio 12). VS Code and Visual Studio Rock the 2022 Stack Overflow Developer Report -. Visual Studio Magazine. Recuperado el 16 de febrero de 2025, https://visualstudiomagazine.com/Articles/2022/06/23/stack-overflow-2022-survey.aspx

Rostvall, T. (2020). Cutting tool for coal mining, mechanical processing of stones, for use during rotary drilling or processing of asphalt, concrete or similar materials, equipped with elongated in longitudinal direction grooves. https://scispace.com/papers/cutting-tool-for-coal-mining-mechanical-processing-of-stones-30oqajr7rt

Roch Moraguez, E. (2024, enero 14). ¿Cuáles son los sistemas operativos más utilizados? - We School. https://we-school.es/cuales-son-los-sistemas-operativos-mas-utilizados-porcentaje/

YG-MILL, (2014). YG CUTTING TOOLS.

LA IMPORTANCIA DEL ENFOQUE ECOEDUCATIVO EN LA FORMACIÓN DEL EGRESADO

THE IMPORTANCE OF THE ECO-EDUCATIONAL APPROACH IN THE TRAINING OF GRADUATES

J. V. Flores Flores[1]
L. R. Morales Juárez[2]
J. O. Laguna Cortés[3]

RESUMEN

Este artículo destaca la relevancia del enfoque ecoeducativo en la formación de egresados del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Puebla (ITP). Durante la pandemia de Covid-19, la educación se adaptó al formato online, lo que generó dificultades en la adquisición efectiva del conocimiento. Los estudiantes se enfocaron más en obtener calificaciones que en el aprendizaje real, lo que provocó experiencias negativas e impactó su egreso. La investigación, es de tipo exploratoria-descriptiva, se basó en formularios y encuestas en línea para identificar las causas del bajo aprovechamiento. Los resultados mostraron que los estudiantes necesitan modelos de aprendizajes transdisciplinares. Ante esta situación, se implementó la Ecoeducación en materias como desarrollo sustentable y desarrollo humano. Esto buscó fortalecer competencias, habilidades y pensamiento crítico en los egresados, permitiéndoles contribuir de manera significativa en contextos sociales y empresariales.

ABSTRACT

This article highlights the relevance of the eco-educational approach in the training of graduates from the Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Puebla (ITP). During the Covid-19 pandemic, education was adapted to the online format, which created difficulties in the effective acquisition of knowledge. Students focused more on earning grades than on actual learning, which led to negative experiences and impacted their graduation. The exploratory-descriptive research was based on online forms and surveys to identify the causes of low achievement. The results showed that students need transdisciplinary learning models. Given this situation, Ecoeducation was implemented in matters such as sustainable development and human development. This sought to strengthen competencies, skills and critical thinking in graduates, allowing them to contribute significantly in social and business contexts.

ANTECEDENTES

El lugar donde se realizó la investigación es el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP), que forma parte del Tecnológico Nacional de México (TecNM). Este sistema está constituido por 266 instituciones.

Actualmente, el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP) cuenta con 345 docentes y 144 administrativos, lo que da un total de 489 trabajadores. En el año 2024, registró una matrícula de 8,100 alumnos de ingenierías, posgrados y licenciaturas de la extensión de Acajete. Ofrece dos programas de posgrado, siete ingenierías y una licenciatura en administración. Desde su fundación en 1972, ha regresado a más de 22,000 profesionales. Las instituciones de Educación Superior enfrentan diversos desafíos, entre ellos la baja eficiencia de egreso, un indicador clave de la productividad académica y de la relevancia del problema educativo.

[1] Catedrático. Instituto Tecnológico de Puebla del Tecnológico Nacional de México. josevictor.flores@puebla.tecnm.mx
[2] Catedrático. Instituto Tecnológico de Puebla del Tecnológico Nacional de México. ricardo.morales@puebla.tecnm.mx
[3] Catedrático. Instituto Tecnológico de Puebla del Tecnológico Nacional de México. jose.laguna@puebla.tecnm.mx

Planteamiento del problema

Los egresados del (ITP) que vivieron la etapa del COVID-19 enfrentaron varios desafíos derivados del impacto que tuvo la pandemia en su educación, desarrollo social y transición al mercado laboral. Algunos de los problemas más comunes son:

La reprobación de materias en la carrera de Administración generación 2024 del (ITP).

Además, el déficit en la formación ecoeducativa en los programas académicos universitarios limita la capacidad de los egresados para responder de manera efectiva a los desafíos actuales. Después de la pandemia, muchos profesionales carecen de las competencias necesarias para integrar prácticas sostenibles en sus áreas de especialización, lo que afecta tanto su desempeño como su capacidad para contribuir a la solución de problemas.

Por lo que se pretende implementar la Ecoeduación como un cambio de paradigma en el modelo educativo como inicio en materias de la carrera de Administración, con la finalidad de contribuir el reforzamiento del aprendizaje en los estudiantes en el (ITP).

Objetivos

Objetivo General

Implementar la Ecoeducación en programas académicos en la formación de los egresados.

Objetivo Específico

Desarrollar estrategias ecoeducativas con un enfoque holístico y sistémico en que ayuden a incrementar la eficiencia de egreso en los estudiantes.

Pregunta de investigación

¿Cómo influye el enfoque ecoeducativo en el desarrollo profesional de los egresados?

Justificación

Implementar estrategias ecoeducativas que ayudarán en la formación académica del estudiante, desarrollando habilidades para ocupar roles activos en la transformación hacia un futuro más sostenible.

Por lo que, el nuevo enfoque ecoeducativo se plantea como el principal agente de transformación hacia el desarrollo del egresado, orientandolo a generar herramientas para enfrentar los nuevos retos globales.

Marco Contextual

En México, las diferentes asociaciones y organizaciones, como la ANFEI, proponen abordar colegiadamente problemas de relevancia en cuanto a la eficiencia de egreso de las IES. En el marco de la XXX Conferencia Nacional de Ingeniería, en donde se reconoce la importancia entre el número de estudiantes que no concluyen sus estudios o que no lo hacen en el tiempo previsto. También se menciona que, aun habiendo terminado los estudios, muchos de ellos no se titulan, ya que intervienen diferentes actores (alumnos o profesores), procesos, programas, servicios, entorno familiar, etc. Así lo confirman diversos estudios realizados en México o en otros países. (ANFEI, 2003)

"la ecoeducación consiste en diseñar un modelo transdisciplinario en el que converjan la visión holística, la visión sistémica y la sustentabilidad en materia educativa, mediante el

diseño de currículos transversales". (Gallegos, 1999)

El enfoque ecoeducativo se refiere a una metodología educativa que integra los principios de sostenibilidad, respeto por el medio ambiente y responsabilidad social dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Esta perspectiva promueve la conciencia ambiental y busca equipar a los estudiantes con las habilidades necesarias para actuar de manera ética y responsable frente a los desafíos actuales.

Este concepto ecoeducativo aboga por una educación transversal que no se limite a las asignaturas relacionadas directamente con el medio ambiente, sino que se integre en todas las áreas del conocimiento, contribuyendo al desarrollo de una visión crítica y reflexiva sobre la relación entre el ser humano y su entorno.

Tomando en cuenta lo anterior, es imperante realizar acciones que fortalezcan las habilidades antes mencionadas a fin de que estudiantes y futuros egresados logren colocarse rápidamente en el sector productivo y que éste a su vez tenga un mejor nivel de satisfacción respecto al trabajo que ellos realicen. (Rubio, 2017)

El perfil de egreso de la carrera de Administración del (ITP) busca formar profesionales comprometidos con las necesidades y oportunidades del entorno, con una visión estratégica, humanista y global. Estos egresados serán agentes de cambio, capaces de diseñar, innovar y liderar en diversas organizaciones, contribuyendo al desarrollo y transformación del sector empresarial.

Marco Teórico

El enfoque ecoeducativo se entiende como un proceso formativo que incorpora la dimensión ambiental en los diversos niveles educativos. La educación debe ser transversal y estar presente en todas las disciplinas para sensibilizar a los estudiantes frente a los desafíos globales y ecológicos que enfrentan nuestras sociedades. (Mora, 2020)

En tiempos de la COVID-19, Sánchez *et al.* (2021) sugieren que la crisis sanitaria evidenció la vulnerabilidad del ser humano frente a los desequilibrios ecológicos y sociales, lo que requiere un replanteamiento urgente de las formas de enseñanza.

En su propuesta de pedagogía crítica, enfatiza la importancia de generar conciencia en los estudiantes sobre las problemáticas ambientales y sociales para que estos actúen de manera responsable. Este enfoque debe trascender el aula y convertirse en una herramienta de transformación social que promueva el desarrollo sostenible. (Freire, 1997)

La ecoeducación puede definirse como un proceso de enseñanza-aprendizaje cuyo objetivo es promover la comprensión de las problemáticas ambientales y sociales, así como los valores y habilidades necesarios para adoptar prácticas responsables hacia la naturaleza. (Gadotti, 2008) Según el autor, "la ecoeducación se debe centrar en la integración de los conocimientos científicos con los conocimientos locales y las prácticas culturales relacionadas con el medio ambiente".

El concepto de ecoeducación busca integrar a la comunidad, involucrando a todos sus actores

desde una mirada sistémica. El comportamiento orientado al bien común es parte fundamental de esta estrategia ecoeducativa. (Hernández, 2014).

"La ecoeducación es una metodología diseñada para transformar integralmente la educación, abarcando tanto sus aspectos formales como su fundamento filosófico". (Clark, 1996) en la trama de la vida, "todos los sistemas vivientes", incluidos los organismos, los sistemas sociales y los ecosistemas, comparten un conjunto de propiedades y principios de organización comunes'."

Dada la importancia del enfoque ecoeducativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo profesional del egresado, se consideraron sus componentes, beneficios y desafíos, así como su impacto en la creación de una cultura de sostenibilidad en las diversas áreas del conocimiento. (Gadotti, 2008)

El término desarrollo sustentable fue establecido como respuesta a la constante preocupación social sobre el impacto de las actividades productivas que surgen en el seno de la sociedad y que se reflejan en los sistemas naturales, mediante deterioro y contaminación ambiental. (Cantú, 2016)

La falta de capital humano no es sólo un reflejo de un sistema de educación deficiente, también es el resultado de que el egresado de las Instituciones de Educación Superior enfrenta nuevos retos a nivel global como son destrucción de los sistemas ecológicos del planeta, explosión demográfica, recursos limitados y agotados, profunda desigualdad económica entre grupos sociales, genocidios, racismo, xenofobia, incapacidad humana para una acción política a nivel global, vulnerabilidad de los sistemas tecnológicos, visiones del mundo obsoletas. (Gallegos, 1999).

Por lo tanto, la eficiencia de egreso está definida como "la relación cuantitativa de los estudiantes que egresan y los que ingresaron de una cohorte indistintamente de la cantidad de ciclos/semestres requeridos, es decir, del total de inscritos en un programa educativo cuantos han egresado sin considerar el tiempo necesario para concluir el plan de estudios". (Martínez Rizo F, 2006)

Desde una mirada sistémica, el comportamiento por el bien común es parte de esta estrategia ecoeducativa, que da paso, así, a una generación y regeneración de conocimientos para seguir construyendo saberes y migrar a nuevos escenarios que, sin duda, podrán mejorar la educación de nuestras escuelas y la relación con su hábitat. (Hernández, 2014)

Visión holística

"La holística es definida como un fenómeno psicológico y social, enraizado en las distintas disciplinas humanas y orientada hacia la búsqueda de una cosmovisión basada en preceptos comunes al género humano". (Briseño, 2014)

Educación Sistémica

El estudiante desarrollará las competencias necesarias para integrarse al sistema productivo en los ámbitos regional, nacional y global. Esto le permitirá afrontar los desafíos de su entorno laboral, ofreciendo servicios de calidad y fomentando la creación de soluciones

innovadoras para la resolución de problemas. Con un enfoque efectivo y eficiente, se fomenta el bienestar colectivo, la equidad social y los valores que dignifican la condición humana.

Educación permanente

La aplicación de este enfoque en los estudiantes responde a la necesidad de fomentar en las comunidades de aprendizaje las habilidades de aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser.

Educación para el desarrollo sustentable

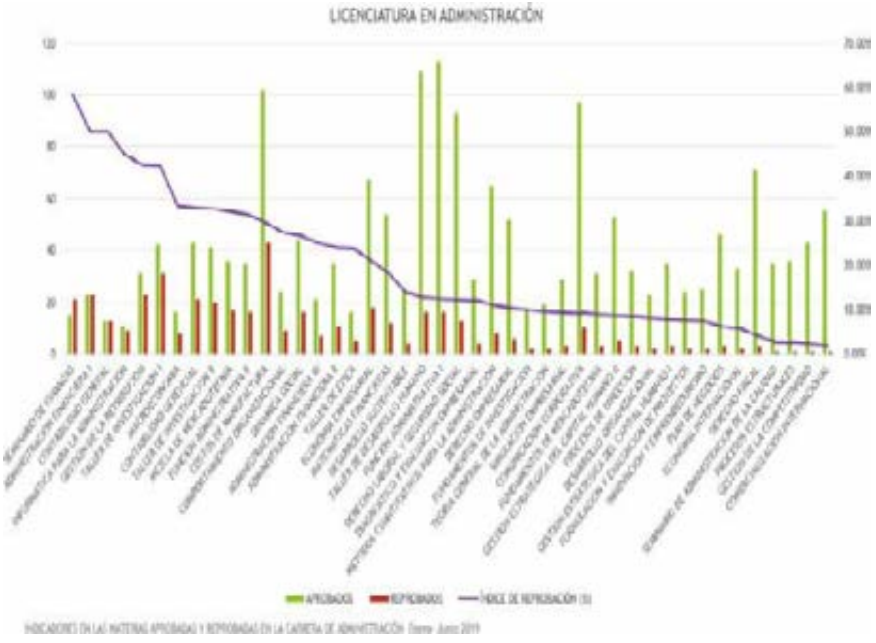
Con la aplicación de esta vertiente, los estudiantes conocerán el equilibrio de aprender a vivir con lo suficiente; de esta manera, el estudiante desarrolla una conciencia solidaria, fomentando una relación armoniosa entre la humanidad y la naturaleza, así como una visión holística del mundo.

METODOLOGÍA

La investigación realizada consiste en una encuesta exploratoria y descriptiva, aplicada a partir de un formulario en línea dirigido a 431 estudiantes del (ITP).

De acuerdo al diagnóstico realizado se pretende analizar por medio de los instrumentos de recolección de datos, las causas que generan el hecho de que los estudiantes no concluyan sus estudios en tiempo y forma en la educación superior, en el (ITP), su indicador de eficiencia de egreso en el 2021 y a principios del primer semestre 2022 fue del 40.5% de eficiencia de egreso, lo cual es preocupante y se pretende trabajar desde estrategias ecoeducativas que incluyan a todos los actores del proceso de formación académica para subir el indicador de eficiencia de egreso, la Figura 2 presenta el índice de las materias de reprobación del año 2024.

Figura 2. *Índice de materias de reprobación.*



Fuente: Datos proporcionados por el Departamento de la División de Estudios Profesionales y del Departamento de Desarrollo del (ITP).
EE = Eficiencia de egreso
(Número de estudiantes que egresan en el periodo reglamentario) x 100 Número de estudiantes que ingresan, por cohorte.

Muestra
Los involucrados en la investigación de la eficiencia de egreso, son:

- 37 exalumnos de la carrera de Administración
- 21 Docentes de la carrera de administración

Con esta entrevista se pretende detectar:
- Nivel de reprobación.

La metodología de esta investigación pretende aplicar este enfoque ecoeducativo en las materias como desarrollo humano y desarrollo sustentable, en donde el estudiante podrá afrontar las causas y efectos de la baja eficiencia de egreso con las expectativas de este modelo ecoeducativo, con la finalidad de producir un efecto de mejora facilitando un desarrollo de procedimientos integrales e implementando una mejor comprensión que permita tener una mejor conciencia de los valores y actitudes.

De acuerdo con los objetivos planteados y basándose en (Freire, 1997) se analizaron los resultados y se implementaron estrategias ecoeducativas en las materias de Desarrollo Sustentable y Desarrollo Humano durante el semestre agosto-diciembre de 2024.

Alcances
Los egresados formados bajo este enfoque tienden a tener un compromiso más fuerte con la justicia social, la equidad y la responsabilidad social hacia las futuras generaciones.

RESULTADOS
La encuesta tuvo como objetivo determinar el conocimiento que posee la institución acerca de los datos obtenidos durante la pos-pandemia por COVID-19, analizando las competencias específicas del docente y la gestión de actividades.

En primer momento, se abordó la siguiente pregunta: ¿Consideras que durante tu formación en línea el aprendizaje fue significativo? El 47.4% de los encuestados expresó que la educación en línea no fue un aprendizaje significativo, ya que no recuerdan la información, como se muestra en la Figura 3.

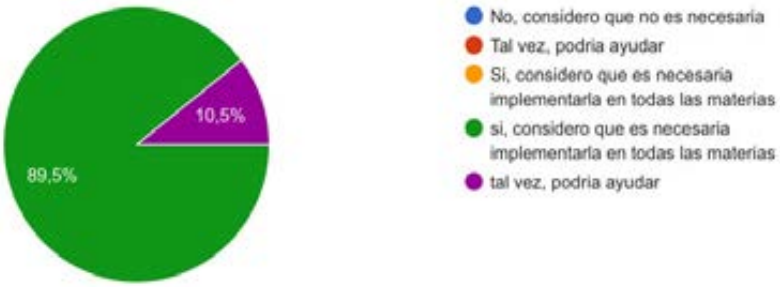
Figura 3. *¿Consideras que durante tu formación en línea el aprendizaje fue significativo?.*

Así mismo, una de las preguntas más relevantes hacia los estudiantes fue ¿Consideras que es más importante el contenido de la materia, o prefieres que el docente brinde herramientas para que los estudiantes puedan solucionar conflictos de manera personal y en cualquier contexto?, demostrando en su mayoría (94,7%) que los estudiantes preferían que el docente brinde herramientas para concientizar y comprender los temas de una manera más sistémica, como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. *¿Consideras que es más importante el contenido de la materia, o prefieres que el docente brinde herramientas para que los estudiantes puedan solucionar conflictos de manera personal y en cualquier contexto?*

Por último, se cuestionó: ¿Consideras que la ecoeducación es fundamental para tu aprendizaje y sobre todo para el egreso? Manifestando que la ecoeducación es necesaria para su implementación en todas las materias, con un 89,5%, como se aprecia en la Figura 5.

Figura 5. *¿Consideras que la ecoeducación es fundamental para tu aprendizaje y sobre todo para el egreso?*



CONCLUSIONES

El enfoque ecoeducativo influye para preparar a los egresados a enfrentar los desafíos ambientales del futuro. La integración de estos principios en la formación académica contribuye no solo al desarrollo de habilidades blandas, sino también a la construcción de valores y actitudes responsables hacia el medio ambiente.

Se recomienda que las universidades continúen avanzando en la inclusión de la sostenibilidad en sus programas académicos, con el fin de asegurar la formación de profesionales comprometidos con el futuro.

El aprendizaje de los estudiantes es fundamental y se desarrolla a lo largo de toda la vida, integrándose con las experiencias y su aplicación en diversos contextos,tomando en consideración la aplicación de esta vertiente en las experiencias, conocimientos y las habilidades adquiridas y desarrollándolas en las tutorías Pat 1 y Pat 2. Asimismo, está tomando las mejores decisiones para lograr sus metas académicas sin abandonar por lapsos sus estudios.

BIBLIOGRAFÍA

Cantú, M. (2016). Los nuevos desafíos del desarrollo sustentable hacia 2030. *Ciencia UANL, 19*(x), 27–32.

Capra, F. (1996). *The web of life: A new scientific understanding of living systems*. Anchor Books.

ANFEI. (2003). Conferencia Nacional de Ingeniería. *La eficiencia terminal en los programas de ingeniería,conclusiones y recomendaciones.* México: revista anfei.

Briseño, F. M. (2014). Seguimiento de egresados. *Innovación educativa*, 145-156.

Freire, P. (1997). Pedagogía de la esperanza. México: Siglo XXI editores.

Gallegos. (1999). *Pedagogía del amor universal.* España: Holística.

Gadotti, M. (2008). Educar para a sustentabilidad. In Gadotti, *Educar para a*

sustentabilidad. Sao Paulo: Cortez.

Hernández, O. P. (2014). La deserción en los posgrados, un problema no menor. *Diálogos sobre Educación*, p 1-18.

Martínez Rizo F, A. R.-T. (2006). Las disputas entre paradigmas en la investigación educativa. *Pedagogía*, 27-50.

Mora. (2020). Educación y sostenibilidad en tiempos de crisis global. *Educación Ambiental*, 112-126.

Rubio, M. A. (2017). La preparación del estudiante universitario para enfrentar retos y cambiar su entorno de trabajo. *Revista Electrónica Anfei Digital*.

INNOVACIÓN Y FORMACIÓN ESPACIAL EN PROYECTO CANSAT

INNOVATION AND SPACE TRAINING IN CANSAT PROJECT

K. Rosas Paleta[1]
R. M. Martínez Galván[2]
M. G. A Rosas Paleta[3]
J. Chávez Galán[4]

RESUMEN

Este artículo detalla un proyecto colaborativo que permita la participación de docentes y alumnos que pertenecen al Tecnológico Nacional de México (TECNM) campus Instituto Tecnológico de Puebla (ITP), en el Concurso Mundial de CanSat de la convocatoria de 2024, que se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma de México (UNAM), como parte del Programa Espacial Universitario (PEU) 2024. Se destaca la importancia de obtener resultados porque se participó contra 120 equipos de universidades de renombre. Además, se considera no solo a las competencias técnicas, sino también el enfoque mental y la reflexión sobre el proyecto. La construcción de un CanSat con autogiro representa un desafío para el área de Ingeniería Electrónica (IE), especialmente como aplicación al módulo de especialidad en Comunicaciones Espaciales (CE), respaldado por las asignaturas correspondientes del programa de estudios de la carrera.

ABSTRACT

This article details a collaborative project that proposes students of the Technological Institute of Puebla to participate in the CanSat World Contest Call 2024, which will be held at the facilities of the Autonomous University of Mexico (UNAM), as part of the University Space Program (PEU) 2024. The importance of obtaining results is highlighted because 120 teams participated, considering not only technical skills, but also mental focus and reflection on the project. The construction of a CanSat with autogyro represents a challenge for the Electronic Engineering area, especially as an application to the specialty module in Space Communications, supported by the corresponding subjects of the Electronic Engineering degree program.

ANTECEDENTES

La historia satelital de México es un reflejo de su evolución en telecomunicaciones y tecnología espacial y se remota a muchos años atrás. A partir del 10 de agosto de 1962, en México se crea la comisión Nacional del Espacio Exterior (CNEE) cuyo objetivo fue controlar y fomentar todo lo relacionado con la investigación, exploración y utilización del espacio exterior. La misión de este organismo se enfocaba en las comunicaciones, meteorología, estudios de la tierra, la percepción remota entre otras. Este organismo desarrolló en primera instancia un cohete sonda para la obtención de datos meteorológicos, otro ejemplo fue el desarrollo en dos etapas de otro cohete, la primera se denominó MILT 1 y el segundo MIT L II. El primero logro cargar hasta 8 kilos y volar más de 55 kilómetros y el segundo logro brindar mayor capacidad de carga. En ese mismo año la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a través

[1] Profesora de Asignatura. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla. Departamento de Eléctrica y Electrónica. karina.rosas@puebla.tecnm.mx
[2] Profesora Titular. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla. Departamento de Eléctrica y Electrónica. rosa.martinez@puebla.tecnm.mx
[3] Profesora de Asignatura. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla. Departamento de Ciencias Básicas maria.rosas@puebla.tecnm.mx
[4] Profesor Titular. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla. Departamento de Eléctrica y Electrónica. jesus.chavez@puebla.tecnm.mx

de su Instituto de Geofísica, creó el Departamento del Espacio Exterior, hoy Departamento de Ciencias Espaciales (CIENCIA UANL 2016).

Para 1968 en México, con la emoción de ser sede los juegos olímpicos se presenta la necesidad de contar con un sistema satelital para la transmisión mundial de los mismos lo que obligó al gobierno federal a afiliarse al sistema satelital Intelsat y construir en el estado de Hidalgo, la primera estación terrena del país, rentando un satélite ATS- 3, propiedad de la NASA. Dos años después se inició el uso del satélite para fines domésticos. En 1982, México adquiere su primer paquete de satélites propios, conocido como Sistema Morelos. Los satélites Morelos I y Morelos II fueron puestos en órbita en 1985, para su manejo se creó Telecomunicaciones de México (Telecomm). Durante la puesta en órbita del Morelos II, el Ing. Rodolfo Neri Vela, a bordo del transbordador Atlantis, se convierte en el primer y único astronauta mexicano (CIENCIA UANL 2016).

Con el objetivo de modernizar la infraestructura satelital, en 1993 México lanzó el Sistema Solidaridad I y el Solidaridad II en 1994. Estos satélites mejoraron la cobertura de telecomunicaciones en todo el país y permitieron la transición hacia la nueva tecnología. A continuación, presenta a los satélites a partir del año 2011. Satélite Mexsat 2011, satélite Centenario 2015, satélite Epazote 2018 en el mismo año se presenta el satélite K´OTÓ desarrollado por la UNAM y en 2019 el satélite CuauhtliSAt – UNAM [1]. En total México ha lanzado más de 10 satélites en conjunto por la UNAM y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) como actores claves en su desarrollo (CIENCIA UANL 2016).

Hoy en día existen muchas universidades públicas y privadas que están incursionando en el área aeroespacial por el impacto en múltiples sectores clave para el desarrollo tecnológico, económico y social. Es por ello por lo que el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP), en la carrera de Ingeniería Electrónica se encuentra participando en competencias a nivel mundial sobre el diseño de satélites enlatados (CanSat), con el propósito de apoyar el proceso de formación de ingenieros altamente capacitados. La participación de estudiantes en concursos ofrece múltiples beneficios tanto a nivel personal como profesional o académico. A continuación, se mencionan los beneficios que los estudiantes del ITP adquirieron durante el proceso.

- La adquisición de conocimientos en áreas como ingeniería, programación, electrónica, física y diseño aeroespacial. Esto permite el desarrollo de habilidades prácticas que son altamente valoradas en el mundo profesional.
- El trabajo en equipo: Los concursos de CanSat generalmente requieren que los participantes trabajen en equipos multidisciplinarios, lo que fomenta habilidades de colaboración, comunicación y liderazgo.
- Experiencia internacional: Competir a nivel mundial permite a los participantes interactuar con estudiantes de otras partes del mundo, compartir ideas y experiencias, lo que amplía su visión global y fomenta el aprendizaje cultural.
- Oportunidades de networking: Los participantes pueden establecer conexiones con profesionales y expertos en el campo aeroespacial, en universidades y empresas, lo que podría abrir puertas a oportunidades de empleo, pasantías o colaboraciones futuras.
- Desarrollo de habilidades de resolución de problemas: Los desafíos de diseño y

lanzamiento de un CanSat requieren que los equipos encuentren soluciones creativas a problemas complejos, lo que fortalece su capacidad de análisis y resolución de problemas.

Durante la competencia del concurso CanSat organizado por la UNAM en su versión 2024, el equipo representativo del ITP (NebulaTech) logro estar dentro de los diez primeros lugares, es importante mencionar que participaron 120 equipos de diferentes instituciones de nivel superior.

Los estudiantes participantes vivieron experiencias que contribuyeron al fortalecimiento de su desarrollo personal en las ocho etapas establecidas en la convocatoria. Las habilidades propias de cada integrante del equipo, así como las habilidades específicas de la carrera contribuyen a realizar de manera más ágil la metodología que se aplica. Estas competencias les permiten aplicar sus conocimientos teóricos a situaciones prácticas, lo que enriquece el perfil profesional. A continuación, se mencionan las etapas propuestas por la convocatoria 2024. ETAPA-01: Inscripción, ETAPA-02: Revisión de diseño conceptual, ETAPA-03: Revisión de diseño preliminar, ETAPA-04: Revisión de diseño crítico, ETAPA-05: Pruebas de aceptación, ETAPA-06: Aceptación, ETAPA-07: Documento de resultados y análisis de la misión, ETAPA-08 Premiación.

Las participaciones en concursos comprueban que los alumnos fortalecen sus perfiles profesionales, ya que, según Mancilla, Sombrerero, Báez y Serrano (2018):

La participación de alumnos en concurso donde se lleva a la práctica lo aprendido en clase, hace que los alumnos fortalezcan sus perfiles profesionales, adquiriendo y desarrollando características de líderes para aplicarlas en su futuro como ingenieros y así poder tener las habilidades fundamentales para desarrollar proyectos que sirvan para mejorar el entorno donde se desempeñan.

La formación de los ingenieros es el resultado de una serie de conocimientos adquiridos desde que ingresan a la institución hasta que terminan su carrera, lo que implica que todos los departamentos se involucren. La generación de egresados con los conocimientos adecuados le corresponde directamente a la institución por lo cual ésta debe proporcionar las competencias, herramientas y entornos necesarios para que los estudiantes puedan avanzar y logren competir en el mercado laborar con las mejores condiciones.

METODOLOGIA

Para la primera etapa fue necesario generar un equipo de trabajo de alumnos y docentes interesados en participar en el concurso de Cansat. El equipo está formado por cinco estudiantes y un asesor.

En la segunda etapa se proporcionó al equipo toda la información de los concursos anteriores para empaparse de los detalles de las competencias previas y que los estudiantes conozcan a fondo lo que se requiere para participar. En la tercera etapa se realiza la revisión de las propuestas realizadas por los estudiantes para el diseño preliminar del sistema enlatado. La cuarta etapa revisa el diseño y las condiciones que se deben cumplir para llevar a cabo la misión solicitada por el concurso. La quinta etapa está directamente relacionada con los

resultados obtenidos a partir de las corridas realizadas antes de la competencia. Posteriormente una vez realizado el envío de las pruebas llega la notificación de la aceptación. Para la participación en la séptima etapa se envía el documento de los resultados obtenidos del análisis de la misión, finalmente se procede a la premiación.

La ingeniería Aeroespacial es una disciplina altamente interdisciplinaria que requiere integrar conocimientos de diversas áreas para abordar los desafíos complejos de la industria. La participación de estudiantes de la carrera de ingeniería electrónica permite la participación en áreas de diseño mecánico, tecnologías de la información y comunicación (TIC´s), y la aplicación de conceptos de administración de proyectos. Para el diseño mecánico es necesario analizar las estructuras aeroespaciales tales como fuselajes, sistemas de autogiro, ligereza, resistencia estructural, diseño aerodinámico, así como la seguridad y confiabilidad.

Debido a que se ha estado participando desde el año 2023, se tiene a estudiantes altamente capacitados en la generación de diseños 3D. Para el rubro de las Tic´s, es fundamental el procesamiento de datos, la simulación y el control del sistema aeroespacial, razón por la cual los estudiantes de electrónica que participan deben programar en diferentes plataformas, además, deben aplicar de manera correcta sus conocimientos sobre análisis de circuitos. Y para la administración de los proyectos es necesario la implementación de la gestión eficiente de los recursos y del tiempo para que el proyecto pueda asegurar el reconocimiento de todos los involucrados. La experiencia adquirida por los estudiantes les permite ser candidatos para la industria aeroespacial ya que valora la capacidad de trabajar en equipo y la aplicación de conocimientos en las diferentes áreas.

Para realizar la evaluación de pruebas se utilizó el ciclo de pruebas de verificación y validación (V&V). Este proceso permite el desarrollo de sistemas complejos, dispositivos electrónicos o software para garantizar que el sistema propuesto cumpla con los requisitos y especificaciones deseadas de la convocatoria. La diferencia principal entre verificación y validación radica en qué se evalúa y cómo se realiza. La verificación asegura que el sistema o componente está construido correctamente de acuerdo con los requisitos y especificaciones y la validación asegura que el sistema cumple con el propósito o las necesidades del usuario final y resuelve el problema para el cual fue diseñado (Revista Killkana Técnica. 2017). En la Tabla 1 se presentan todos los requerimientos para la misión del sistema enlatado por la convocatoria.

Tabla 1. Tabla de requerimientos para la misión del cansat 2024.

Requerimientos del CanSat por la convocatoria 2024	Requisitos para solventar los requerimientos
El satélite enlatado debe tener un sistema de autogiro inmerso en su carga primaria. Este dispositivo no puede estar acoplado a ningún tipo de motor eléctrico.	El diseño del autogiro es diseñado por el equipo con la elección de material y cálculos matemáticos.
La velocidad de descenso una vez accionado el sistema y antes de llegar al suelo debe ser menor a 12 m/s y mayor a 8 m/s.	Para calcular la velocidad de descenso se procede a realizar el cálculo de esta a través de las fórmulas de física.
El peso máximo del satélite enlatado ensamblado, incluyendo las baterías y los huevos, no debe ser mayor a 600 gramos. La carga que es el huevo no debe romperse tras la caída libre del cansat.	Para cubrir la masa del satélite enlatado y de todas las cargas se utiliza una balanza durante la generación del proyecto para no rebasar los 600 gramos. Se diseña una estructura para soportar al huevo y que al caer el satélite no se rompa.
Obtener datos de presión, temperatura, humedad y altitud-longitud.	Para la obtención de los datos solicitados se utilizan sensores. A continuación, se enlistas los utilizados para este proyecto: Carga primaria y carga secundaria (son emisores) Módulo sensor IMU "10 DOF" L3GD20 - LSM303 – BMP180Módulo sensor DTH22 GPS NEO-M8N NEO-6M. LILYGO TTGO LoRa32 915Mhz V.1.6.1 Estación terrena (Receptor) LILYGO TTGO LoRa32 915Mhz V.1.6.1
El sistema debe desacoplara la carga secundaria que es el electroimán de 1 kilogramo	Se propone un módulo de electroimán y que se pueda desacoplar cuando se le e indique.
La energía eléctrica en los satélites enlatados debe ser suministrada por pilas de tipo cuadrada de 9 volts. No se aceptará ningún otro tipo de batería.	Para este punto se utilizan baterías de 9V - 6800 mah

La solución del problema planteado por la convocatoria del concurso requiere de factores como los que se mencionan en el estudio sobre la motivación académica de Castillo et al. (2023).

Las implicaciones para la educación en ingeniería son: El diseño curricular que es esencial para que los planes de estudio estén diseñados de manera que los estudiantes puedan ver la conexión entre las asignaturas y las aplicaciones en el mundo real. Esto refuerza la motivación intrínseca.

- El enfoque práctico incluye incorporar proyectos, casos de estudios y aplicaciones prácticas en las asignaturas lo que puede aumentar el interés de los estudiantes, ya que les permite ver

la utilidad directa de lo que está aprendiendo.
- La retroalimentación constante porque los estudiantes necesitan entender como es su progreso en una asignatura lo que impacta directamente en su desempeño. Una retroalimentación clara y constructiva puede reforzar su motivación y compromiso.
- La conexión con el perfil profesional les permite a los estudiantes estar motivados cuando son capaces de aprender y poner en práctica sus conocimientos lo que está relacionado con las habilidades que necesitaran en su carrera profesional.

En este sentido y siguiendo la dinámica del concurso el equipo NebulaTech se propuso diseñar y fabricar un CanSat capaz de establecer comunicación bidireccional con una estación terrena. A través de un enfoque innovador y una combinación de tecnología avanzada. A lo largo del proceso, el equipo integró múltiples disciplinas de ingeniería, como electrónica, comunicaciones y programación, para garantizar el funcionamiento adecuado del satélite en condiciones simuladas de un entorno espacial.

Este proyecto destaca la importancia del trabajo en equipo, el aprendizaje práctico y la colaboración multidisciplinaria, elementos esenciales para avanzar en la exploración y desarrollo de tecnologías espaciales emergentes. Este proyecto integrador se trabajó siguiendo el esquema propuesto por Martínez en 2021, que hace énfasis en el desarrollo de competencias. A hora se enlistan los puntos que se consideran en este trabajo y la forma en que el equipo los aborda durante la preparación del satélite.

- Investigación sobre satélites y LoRa
- sistema de autogiro.
- Investigación de componentes
- Conexiones
- Programación y compilación
- Diseño 3D del satélite
- Impresión del satélite
- Conexión de las comunicaciones con Modelado del autogiro
- Prueba del sistema propuesto para el desacoplamiento
- Prueba de los códigos propuestos para el funcionamiento
- Prueba de aterrizaje

En la Figura 1 a se observa el diagrama de flujo que se utilizó para la generación del proyecto del satélite enlatado y en la imagen 1b se observa que el equipo utiliza la forma circular de cuatro fases. La primera electrónica, la segunda mecánica, la tercera control y programación y la cuarta integración y pruebas finales.

Figura 1. *Diagrama de flujo y forma circular de cuatro fases.*

a) *b)*

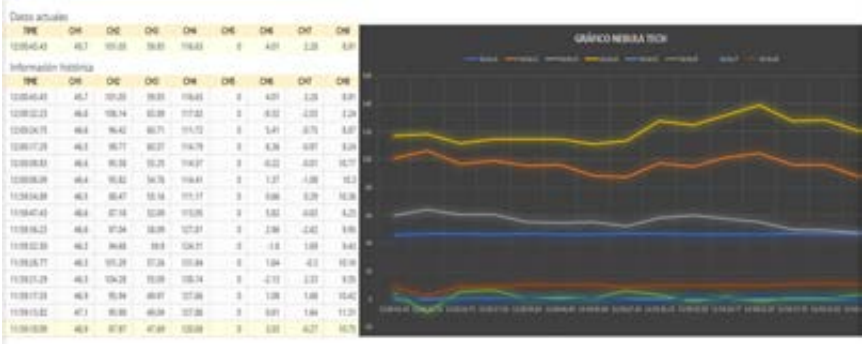
RESULTADOS

Sistema de autogiro: La función principal es reducir la velocidad de caída libre del Cansat, mediante un sistema de autogiro que es un mecanismo aerodinámico (similar a un paracaídas o ala rotatoria) que actúa para disminuir la velocidad del descenso del Cansat. Esto ayudará a evitar daños durante el aterrizaje y garantizar que los sensores y equipos a bordo funcionen de manera efectiva durante la fase de caída. Las pruebas recomendadas son: Verificar el funcionamiento del autogiro en diferentes condiciones de altura y velocidad de caída, además asegurar la estabilidad y el control. El diseño del autogiro presenta una base que por dentro tiene un rodamiento permitiendo así el giro, se conectan 3 hélices con un largo de 14 cm y un ancho de 4.8 cm con una curvatura de 60 grados, las hélices amoldan a la carga primaria para que el sistema sea completamente cilíndrico como se puede observar en la Figura 2. El diseño fue todo un éxito realizo su encomienda desde el inicio de las pruebas y no sufrió ningún desperfecto.

Figura 2. *Diseño 3D del autogiro.*

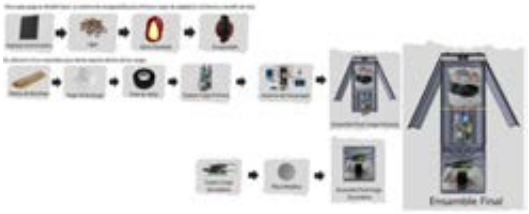
El sistema de telemetría: El sistema tiene comunicación Half dúplex para los sistemas y la estación terrena el protocolo de comunicación LoRa a 915 MHz en formato serial. Los datos se enviaron por inicialización de la comunicación SPI y el módulo LoRa en las tarjetas de emisor primaria, secundaria y en la computadora. La configuración permite recibir datos y posteriormente se imprime el mensaje de inicio de recepción. Posteriormente se continua con la verificación de recepción de datos y finalmente se procede a la obtención de gráficos de las variables medidas antes mencionadas, mismos que se observan en la Figura 3.

Figura 3. *Gráfico de datos de telemetría recibidos.*



Sistema de desacoplo: La función principal consiste en dividir la carga secundaria de la primaria mediante control electrónico y ejecución mecánica. Este sistema debe ser capaz de separar la carga útil secundaria (por ejemplo, un conjunto de sensores o experimentos) de la primaria de manera controlada y en el momento adecuado. El desacoplo puede ocurrir a través de mecanismos electrónicos, como servomotores o actuadores, que permitan una separación precisa para evitar daños y garantizar la correcta operación de cada parte. Las pruebas recomendadas son: Asegurarse que el desacoplo ocurra de manera sincronizada y sin fallos, estas pruebas deben validar tanto la liberación física como la correcta transmisión de datos de ambas cargas, como se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4. *Ensamble de las partes internas del Cansat.*



Sistema de ubicación: La función principal es localizar la carga secundaria respecto a la primaria. Para esto el sistema utiliza tecnologías GPS o sistemas de localización por radiofrecuencia. Es crucial para la recuperación posterior del Cansat, así como para evaluar el rendimiento de los subsistemas durante el vuelo, como se puede observar en la Figura 5.

Figura 5. *CanSat Nebula Tech en el dron.*

Sistema de monitoreo: Su función principal es recopilar información en tiempo real a través de una interfaz gráfica. Este sistema actúa como el centro de control del Cansat, mostrando

una representación visual de todos los datos recopilados por los sensores y subsistemas. Las variables incluidas en este sistema son: la velocidad de caída, la altitud, temperatura, presión, y estado de comunicación. La interfaz gráfica facilita el análisis de los datos en tiempo real durante el vuelo, mismos que se registraron en la Figura 6.

Figura 6. *Interfase del satélite enlatado.*

Sistema de energización: La función principal de este apartado es suministrar energía a todos los dispositivos electrónicos. Este subsistema incluye baterías, reguladores de voltaje y circuitos de protección para asegurar que todos los dispositivos electrónicos del Cansat reciban la energía necesaria de manera estable. Es fundamental que este sistema sea eficiente y capaz de proporcionar energía durante todo el ciclo de vida del Cansat. Las pruebas recomendadas: Evaluar la duración de la batería y la efectividad de los reguladores de voltaje bajo diferentes cargas y condiciones de operación.

La contribución del ITP en la formación de ingenieros se presenta a partir de: La formación en la especialidad de comunicaciones. Aunque la oferta de la carrera de ingeniería Aeronáutica es limitada. El ITP ha demostrado que la formación en áreas afines, como electrónica, mecánica y tecnologías de la información pueden ser un camino viable para que los estudiantes se integren a la industria aeroespacial. Esto refleja la naturaleza interdisciplinaria del sector y la importancia de contar con profesionistas con diversas habilidades. Y de las competencias específicas. Como señala De la mora et al. (2020), la industria aeroespacial requiere profesionales y técnicos con competencias específicas y capacitación de calidad.

CONCLUSIONES

El equipo representativo del ITP que se aprecia en la Figura 7, la experiencia obtenida fue un éxito rotundo, obteniendo el sexto lugar en el concurso de Cansat 2024, el proyecto brindó a los estudiantes una experiencia práctica que les permitió aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación académica.

La participación de estudiantes que ya tienen experiencia participa con mayor confianza y se desenvuelven de manera natural. Por otro lado, los nuevos integrantes lograron poner en práctica sus conocimientos técnicos y sus habilidades interpersonales, destacándose en el trabajo en equipo. Su capacidad para manejar la presión y resolver los desafíos que surgieron

durante el proceso evidenció su sólida preparación y su capacidad de adaptación.

El diseño del autogiro que representaba el mayor desafío resulto un éxito total porque funciono al girar como se esperaba desde el inicio de las pruebas hasta él termino de las mismas. A pesar de que la cápsula primaria y secundaria se rompieron la electrónica implementada continúo recibiendo datos. A partir de estos resultados el equipo NebulaTech del ITP logra estar en la sesta posición de los primeros diez lugares de un total de 120 equipo participantes.

Figura 7. *Equipo representativo del ITP NebulaTech.*

BIBLIOGRAFÍA

Ciencia UANL Nava Amezcua, R. (2017, febrero 15). *Historia de la industria aeroespacial en México y su vínculo con la aeronáutica*. Ciencia UANL. https://cienciauanl.uanl.mx/?p=6263 Ciencia UANL

CanSat. Mancilla Cerezo, J., Sombrerero Espinoza, J., Báez Landa, M., & Serrano Centeno, M. (2018). Creando futuros líderes de la industria aeroespacial mexicana: Construyendo pico-satélites educativos CanSat. *Revista Electrónica ANFEI Digital, 4*(8), 1–10. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/435

Killkana Técnica (con DOI) Pauta Ayabaca, L., & Moscoso Bernal, S. (2017). Verificación y validación de software. *Revista Killkana Técnica, 1*(3), 25–32. https://doi.org/10.26871/killkana_tecnica.v1i3.112

Motivación (evitar duplicado). Castillo Escobedo, M. T. de J., Cerino Córdova, F. J., & García León, A. M. (2023). Impacto de la motivación en el aprendizaje de ciencias de la ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, (15). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/926

Contemporáneos (con DOI). Martínez de la Paz, M. Á. (2021). Los proyectos integradores en la práctica docente colegiada de los catedráticos de las escuelas preparatorias de Iguala, Guerrero, de acuerdo con el modelo educativo de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro). *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores, 8* (Edición especial). https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2749

SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO INTELIGENTE

INTELLIGENT PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEM

C. A. Fierro Vizcarra[1]
J. A. Alvarado Granadino[2]
H. De la Garza Gutiérrez[3]
A. Legarda Sáenz[4]

RESUMEN

En los últimos años ha habido un incremento en la demanda de automóviles, lo que ha hecho que las empresas de la industria automotriz enfoquen recursos y esfuerzos en acortar tiempos en sus procesos y aumentar la producción sin perder calidad en sus productos. Con la llegada de la industria 4.0 se han presentado nuevas tecnologías y herramientas que se enfocan en la automatización para ayudar a las empresas a mejorar y acortar sus procesos. En este trabajo se presenta un proyecto de investigación para desarrollar un sistema de mantenimiento, capaz de predecir fallas en al ámbito industrial utilizando herramientas como recolección de datos y técnicas de inteligencia artificial, con la finalidad de anticipar desperfectos y tener un mejor control de fallas y mantenimiento.

ABSTRACT

In the last years, there has been an increasing demand for vehicles that has led companies in the automotive industry to center their resources and efforts on reducing their process times and increase their production without losing quality in the product. With the new industry 4.0 new technologies and tools focused on automation have arrived to help companies to enhance processes. This study presents an investigation project to develop a maintenance system capable of predicting failures en the industrial field using tools such as data collection and artificial intelligent techniques, to anticipate errors and have better control in failures and maintenance.

ANTECEDENTES

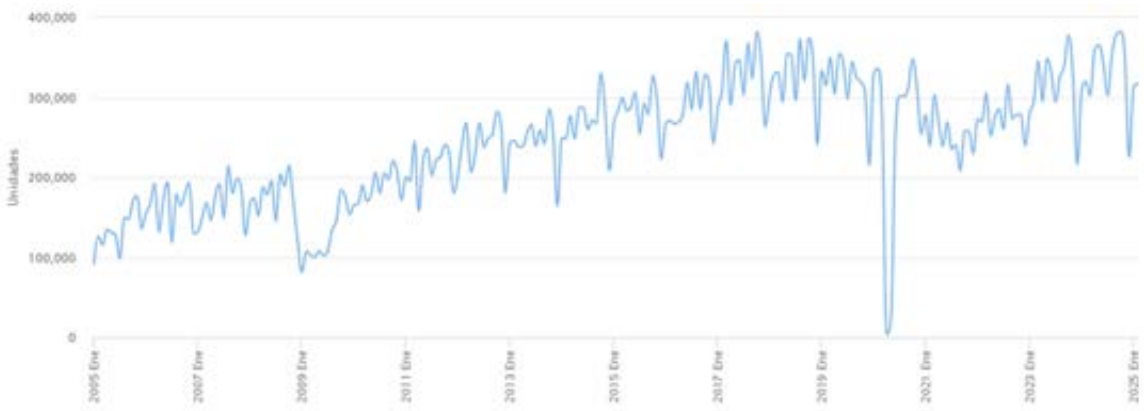
La industria automotriz es un importante pilar económico en México con importantes beneficios, como la generación de empleo, desarrollo de proveedores e implementación de nuevas tecnologías. Es una fuente importante de inversión por parte de diferentes empresas internacionales, que colocan plantas de producción en diferentes puntos del territorio nacional.

El potencial de la industria automotriz mexicana es tal que representa el segundo sector económico más importante del país, además de que significa el elemento primordial de la modernización y estrategias de globalización del mismo (Miranda, 2007).

En los últimos se ha visto un alza en la producción de la industria automotriz, esto refleja una demanda en la sociedad por vehículos, como se muestra en la Figura 1 obtenida de (INEGI, 2025), el crecimiento de la producción solo de vehículos ligeros se ha triplicado en los últimos 20 años.

[1]Estudiante de Maestría en Sistemas Computacionales. Instituto Tecnológico de Chihuahua II. m21550270@chihuahua2.tecnm.mx
[2] Profesor Investigador. Instituto Tecnológico de Chihuahua II. jesus.ag@chihuahua2.tecnm.mx
[3] Profesor Investigador. Instituto Tecnológico de Chihuahua II. hernan.gg@chihuahua2.tecnm.mx
[4] Profesor Investigador. Instituto Tecnológico de Chihuahua II. arturo.ls@chihuahua2.tecnm.mx

Figura 1. *Producción de vehículos ligeros de los últimos 20 años.*



Fuente: INEGI (2025).

Este incremento en la demanda de los productos en la industria automotriz ha hecho que dentro de ésta se busque la manera de tener procesos de mejor calidad, pero en especial, se buscan procesos cortos y estables que generen una gran producción en masa.

A pesar de que la ingeniería en procesos e ingeniería industrial estudian cómo mejorar la producción, es común que los equipos automatizados no rindan a un 100% por diversos motivos: mal uso del sistema, mala programación, uso de tecnologías obsoletas, y en especial un mantenimiento pobre de los equipos. La suma de todos estos factores da como resultado que un sistema automatizado, detenga la producción y dependiendo de las causas que dieron lugar al suceso, puede ser un tiempo considerable o un tiempo corto y puede ser una falla recurrente o de una sola ocasión. Lo anterior genera perdidas monetarias importantes para las empresas.

En la industria existe una gran variedad de equipos automatizados, y dentro de cada tipo de equipo existen diferentes marcas, lo que hace que los sistemas automatizados sean muy diferentes entre sí. Esto provoca que la información que se puede obtener de cada uno de estos sistemas tenga variaciones considerables y por consiguiente las técnicas de análisis y predicción serán diferentes para cada uno de ellos. Esta variedad genera una necesidad de diferentes herramientas para recolectar y analizar datos y una posterior toma de decisiones.

Con el desarrollo de la industria 4.0 y el uso correcto de nuevas herramientas, como el “IoT” (Internet of things), “Big Data”, y el “Machine Learning”, aplicados al mantenimiento predictivo, pueden ayudar a resolver algunos de los problemas anteriormente mencionados, participando en la evolución de la industria automotriz. El conocer los problemas a los que se enfrenta las empresas al momento de producir, y las tecnologías más tradicionales dentro de estas, ayudan al estudiante a tener un enfoque mas cercano a la industria en general y sus problemas actuales, a su vez, aplicando nuevas tecnologías de la industria 4.0 al mantenimiento predictivo.

METODOLOGIA

Con la llegada de la industria 4.0 aparecieron nuevas tecnologías que permiten automatizar procesos, recolectar y analizar datos que otorgan información valiosa de los equipos, máquinas industriales y producción. Este trabajo se divide en recolección de datos, análisis de datos y finalmente preprocesamiento y entrenamiento.

Recolección de datos

La recolección de datos ofrece información sobre vida útil, nivel de carga y detección de fallos, e incluye información relativa al entorno, (Peralta et al, 2020). El tener disponibles y analizar datos de los equipos industriales permite reconocer patrones y entender el funcionamiento a mayor detalle con el fin de dar un mejor mantenimiento a la maquinaria, extender su vida útil y evitar pérdidas de producción.

Se obtuvo un conjunto de datos de un sistema de la página kaggle.com, el cual contiene un número amplio de características y de información adicional. El conjunto de datos elegido representa un sistema conformado por 100 máquinas, de las que se puede encontrar información como: el modelo y la edad de cada una de las máquinas, el mantenimiento que se ha realizado a cada una con su respectiva fecha, información de producción como, el voltaje, la presión y la vibración a las que estuvieron expuestos los equipos. Y lo más importante para el estudio, los errores y fallas de cada máquina.

Análisis de datos

Para facilitar el proceso de análisis del total de 100 equipos se analizó solamente la máquina número 52. En la Tabla 1 se muestran las fallas totales para esta máquina en especifico en un periodo de un año. En la primera columna se muestra la fecha en que aconteció el desperfecto, en la segunda columna la máquina en la que ocurrió y en la tercera columna, el componente que presento una avería.

Tabla 1. *Fallas en la máquina 52.*

Fecha	Numero Máquina	Falla
1/19/2015 6:00	52	comp2
1/19/2015 6:00	52	comp4
7/8/2015 6:00	52	comp4
8/2/2015 6:00	52	comp2
10/31/2015 6:00	52	comp1
10/31/2015 6:00	52	comp4
12/30/2015 6:00	52	comp4

En el conjunto de datos de producción existen registros de los 365 días del año hora por hora, dando un total de aproximadamente 8,760 valores, que representan todas las horas de un año. Esto quiere decir que, de las 8,760 horas registradas, solo se presentaron seis fallas.

Se analizaron los valores de producción en las fechas en que se encontraron fallas, estos valores de producción son parámetros de las máquinas como, vibración, presión, rotación y voltaje. Según la Tabla 1, se encontraron dos fallas el 19 de enero del 2015, una para el componente 2 y otra para el componente 4. En la Tabla 2 se muestra un extracto del

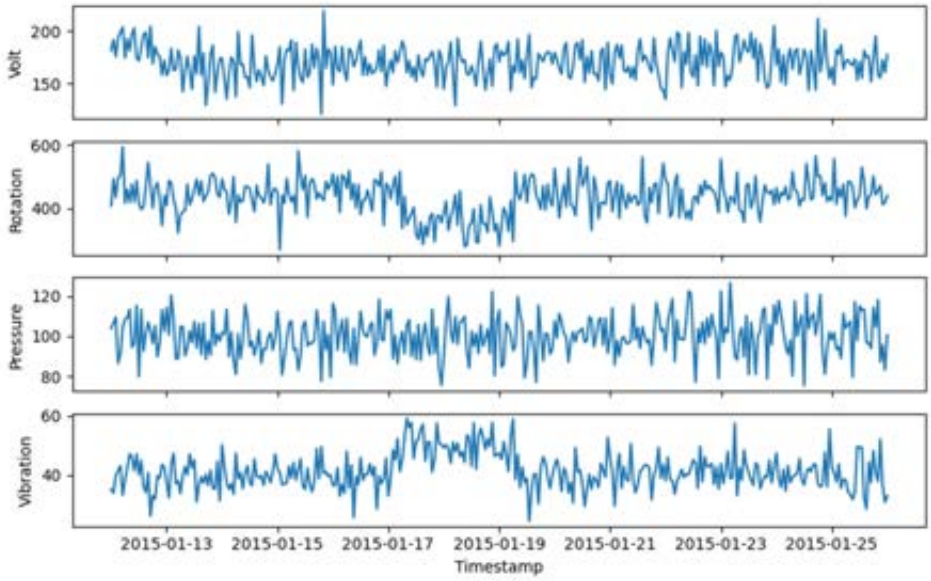
comportamiento de los parámetros de la máquina el día 19 de enero.

Tabla 2. *Extracto de datos de la máquina 52.*

Fecha	Número Máquina	voltaje	rotación	presión	vibración
19/01/2015 6:00	52	167.13	296.19	92.82	58.93
19/01/2015 7:00	52	160.91	515.70	95.16	38.53
19/01/2015 8:00	52	192.11	448.47	119.57	46.93
19/01/2015 9:00	52	160.31	428.00	111.15	35.84
19/01/2015 10:00	52	172.16	459.91	105.67	42.70
19/01/2015 11:00	52	154.84	507.448	79.33	37.47
19/01/2015 12:00	52	177.28	419.01	86.36	38.81
19/01/2015 13:00	52	196.49	492.35	102.28	24.38

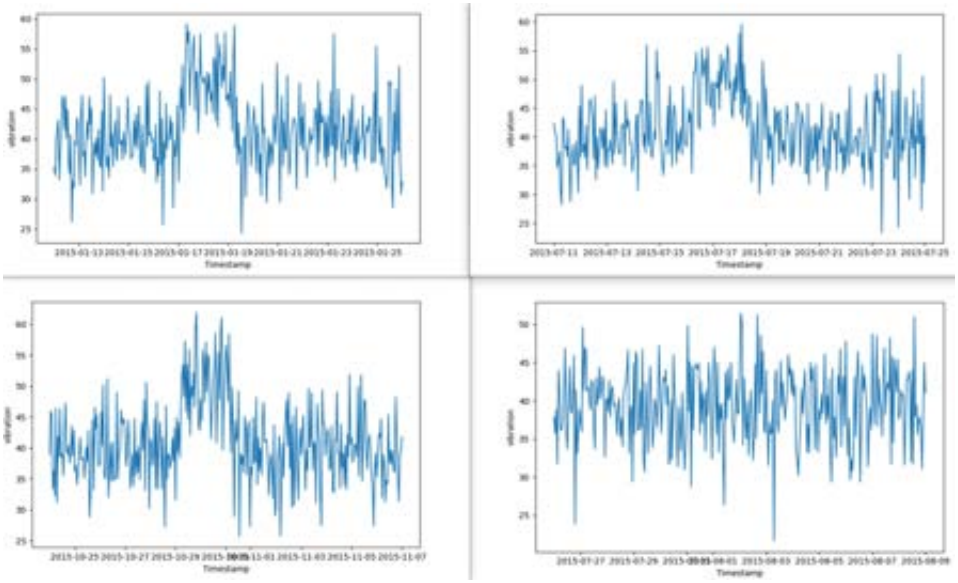
Observando la Tabla 2 es difícil reconocer patrones de comportamiento que den información útil del funcionamiento de la máquina, sin embargo, si se grafican los valores obtenidos de la tabla se obtiene una representación visual más fácil de interpretar. La Figura 2 muestra los parámetros de producción en días cercanos a la falla del 19 de enero, estos pueden parecer aleatorios, sin embargo, dos días antes del evento los valores de vibración empiezan a presentar picos irregulares que se pueden identificar a simple vista.

Figura 2. *Datos de producción de enero.*



Analizando más días en los que existen fallas, las gráficas muestran un patrón en el que para cada día que existe un evento, el parámetro de vibración muestra picos claramente altos por periodos de tiempos largos. La Figura 3 muestra estas anomalías en cuatro días donde se registraron fallas.

Figura 3. *Datos de vibración para cuatro días donde se registraron fallas.*



Lo anterior indica que los valores de vibración tienen un peso importante en el funcionamiento de la máquina, se puede afirmar que los equipos son sensibles a esta variable y un cambio brusco en estos valores vendrá acompañado de una falla. Si se analiza la Figura 4, se puede observar que las anomalías empiezan aproximadamente dos días antes de que la falla se haga presente.

Figura 4. *Valores de producción y fallas.*

Preprocesamiento y entrenamiento

Con base en el análisis anterior se puede afirmar que la maquinaria que se está analizando es sensible a algunos parámetros como la vibración, y cuando se presentan anomalías en estas variables, independientemente de la causa, es probable que vaya a ocurrir una falla. Según la figura 4 los valores de vibración se elevan dos días antes del desperfecto. En el estudio de Gunawan (2022) encontró que se pueden tratar los datos como series de tiempo para predecir eventos futuros.

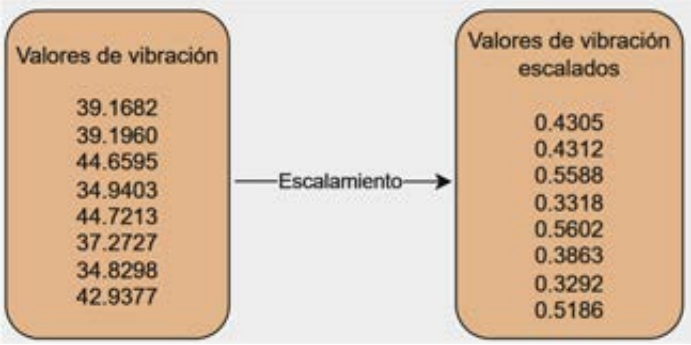
Con esta información es importante elegir una técnica adecuada que tenga la capacidad de predecir valores, con base en datos anteriores. Al tratar los datos como series de tiempo, una opción para predecir el comportamiento de los equipos son las redes neuronales recurrentes, ya que por sus características son buenas procesando tipos de datos secuenciales.

Las redes LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM) son un tipo de redes neuronales recurrentes que incorporan dos memorias, a corto plazo y a largo plazo, y fueron propuestas por (Hochreitcher & Schmidhuber, 1997). Esta nueva arquitectura de redes recurrentes puede unir y reconocer patrones de hasta 1000 pasos, aun en casos de ruido o secuencias de entrada poco comprensibles, lo que las hace idóneas para tratar con series de tiempo de grandes magnitudes. Las LSTM tienen una de las arquitecturas de aprendizaje profundo más avanzadas y exitosas para predicción de series temporales, reconocimiento de escritura y análisis de discurso (de Lucio, 2020).

Las redes LSTM se han visto aplicadas en diferentes campos, en (Ibargüengoytia et al, 2018) se describe un sistema para predicción de potencia eólica y en (Ramírez et al, 2018) se implementó un modelo para la predicción de actividades en negocios, lo que muestra la versatilidad y efectividad de esta arquitectura.

La tabla 1 muestra que la primera falla se presentó el 19 de enero, para esta etapa de preprocesamiento se tomaron datos solo del parámetro de vibración, de 17 días antes y 17 días después de la falla, generando más muestras, obteniendo datos de datos de 34 días, empezando el 2 de enero y terminando el 5 de febrero. Una vez hecha la ventana, se utilizó un estimador que escala y traduce los datos de la columna de vibración de modo que el total de datos queda en un rango dado que para este trabajo es entre cero y uno como se muestra en la siguiente figura, esta escalación en los datos ayuda a balancear el impacto de las variables y mejora el rendimiento del algoritmo. La Figura 5 muestra una representación de este proceso.

Figura 5. *Representación de escalamiento en los datos de vibración.*



En el siguiente paso se convirtieron los datos en secuencias de 5, es decir que para cada valor objetivo se toman los datos de 5 horas hacia atrás, empezando por el sexto valor para tener suficientes muestras anteriores. Como resultado se obtuvo una serie de tiempo en secuencias de 5 que es la que finalmente se ingresó a la red LSTM.

En la Figura 6 se muestra una representación de la forma que tomaron los datos después del último proceso, es importante mencionar que la hora en la figura es mostrada en formato de 24 horas para facilitar la visualización, pero en la secuencia tienen un formato "One Hot Encoding". El formato "One Hot Encoding" se compone de 24 variables que representa cada hora del día y todos tendrán valor de cero excepto una variable que tendrá un valor de uno, representando la hora en que se registró el valor.

Figura 6. *Secuencias formadas del conjunto de datos.*

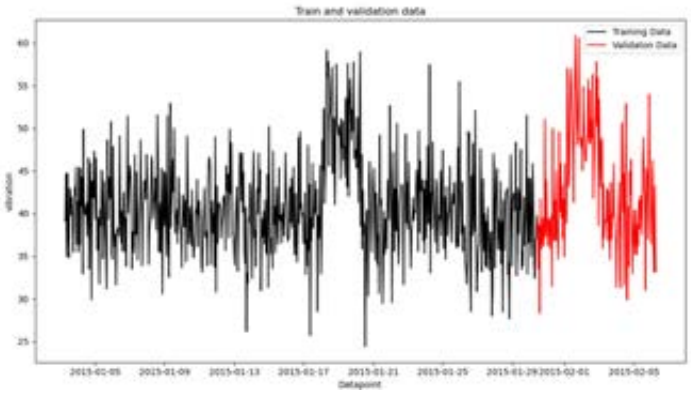
En naranja se muestran las secuencias que son las entradas de la red LSTM, conformada por 5 elementos que contienen los valores anteriores y la hora de cada evento. En azul se muestran los valores objetivos que son las entradas esperadas para cada una de las secuencias, así quedan definidas las entradas y salidas de la red LSTM. La Figura 6 muestra solo 3 secuencias con sus respectivos resultados deseados, sin embargo, para una ventana de 34 días como se había comentado el total de secuencias es de 653.

Como se mencionó anteriormente, para el entrenamiento se seleccionó un tipo de red neuronal recurrente conocida como LSTM, las cuales por su arquitectura son ideales para

procesar secuencias de datos, ya que cuentan con una memoria a corto plazo y otra a largo plazo, esta memoria sirve para dar peso a información importante de las primeras secuencias y no pierda relevancia a medida que se ingresan más secuencias con el tiempo.

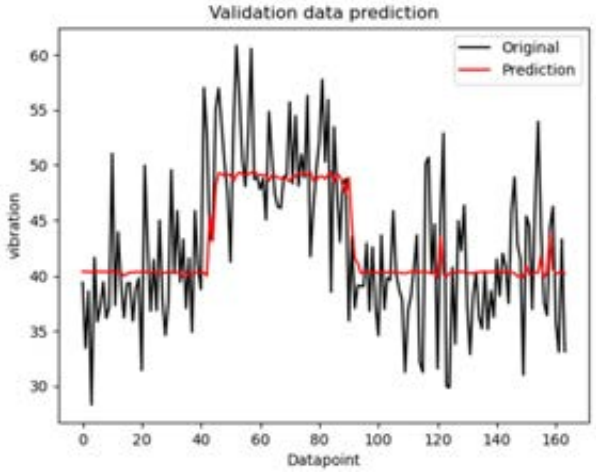
El modelo se conforma por 4 capas, que consiste en una capa de entrada, 2 capas ocultas y una capa de salida o de activación.
El modelo tiene una ratio de aprendizaje de 0.035 y se entrenó con 50 épocas. El conjunto de datos se dividió en una parte entrenamiento que consiste en un 80% del total de datos y una parte de validación que consiste en el otro 20% restante, representado en la Figura 7.

Figura 7. *Datos de entrenamiento y validación.*



En la fecha elegida para el entrenamiento se observan dos alteraciones de los valores, una en los datos de entrenamiento y otra en los valores de validación. Después de entrenar la red con estos datos, se obtuvo una pérdida de 0.0134 y un error de validación 0.0155, dejando que la red termine el entrenamiento hasta las 50 épocas. La figura 8 muestra los datos de validación en negro y la predicción en rojo. A simple vista se observa que la red no es exacta en predecir los valores de los datos individualmente, sin embargo, logra predecir la anomalía que es lo que indica una falla a futuro.

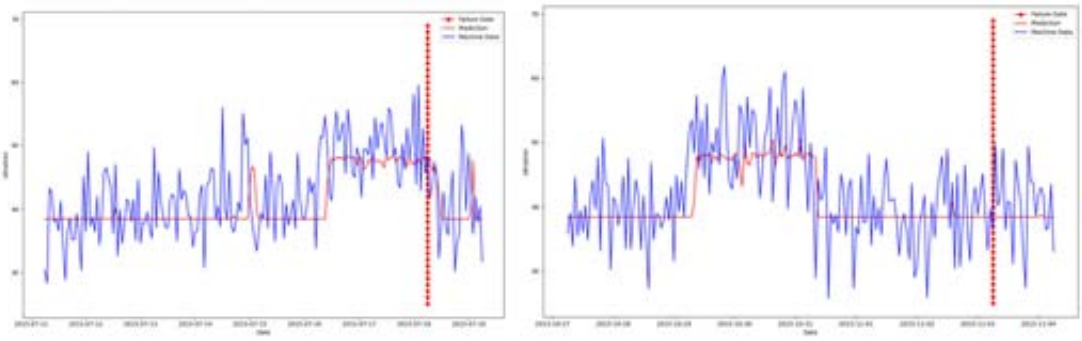
Figura 8. *Datos de validación y predicción de la red LSTM.*



RESULTADOS

Por último, se muestra la figura 11 con los datos reales en azul, la predicción en rojo, y el día en que ocurrió la falla indicada por una línea punteada en rojo. La figura tiene información de datos del 15 de julio del 2015 y del 31 de octubre del 2015 respectivamente.

Figura 11. *Predicción de la red respecto a la falla para dos fechas diferentes.*



El resultado de estas últimas pruebas mostrado en la figura 11 dice que después de haber detectado una anomalía, la falla se hará presente en un periodo de 2 a 5 días. Lo que indica que cuando la red detecta una falla, se tiene un tiempo de dos a cinco días para planear un mantenimiento a la máquina en cuestión y evitar que la falla se haga presente en tiempo de producción que podría ser un momento más crítico.

CONCLUSIONES

La producción de la industria automotriz en México se ha incrementado en los últimos 20 años y se espera que siga evolucionando debido a la demanda de vehículos en la sociedad. Esto ha generado una necesidad de procesos más eficaces por parte de las empresas, procesos que generen más producción, en menos tiempo y con mejor calidad.

El desarrollo de un sistema predictivo para fallas o comportamientos de equipos resulta más complejo de lo anticipado. Aunque las empresas manejan vastas cantidades de información que podrían ser útiles para este fin, la realidad es que la protección rigurosa de estos datos, motivada por los riesgos de espionaje empresarial, hacen que obtener la información sea una tarea difícil sin una afiliación directa a la empresa. Esto genera un desafío principalmente en la etapa de recolección de datos y el posterior análisis.

Como se mencionó en la fase de pruebas y resultados, la red puede predecir la falla con al menos dos días de antelación lo que puede no ser suficiente tiempo para arreglar el desperfecto antes de que suceda. Sin embargo, el hecho de saber que el sistema encontrara una falla en los próximos días es una ventaja, aunque dos días no sean suficientes para planear un mantenimiento adecuado es verdad que se puede detener producción y arreglar la causa de la falla para evitar un desperfecto mayor que tomaría más tiempo arreglarlo.

BIBLIOGRAFÍA

de Lucio, J. (2020). Estimación adelantada del crecimiento regional mediante redes. *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 45-64. doi:https://doi.org/10.38191/iirr-jorr.21.007

Gunawan, J. (2022). *Kaggle*. Obtenido de https://www.kaggle.com/code/jegun19/predictive-maintenance-time-series-forecasting

Hochreitcher, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short Term Memory. *Neural Computation, 9(8)*, 1735-1780. https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735

Ibargüengoytia, G., Reyes, A., Borunda, M., & García, U. (2018). Predicción de potencia eólica utilizando técnicas modernas de Inteligencia Artificial Wind power forecasting using Artificial Intelligence tools. *IngenIería InvestIgacIón y tecnología*, 1-11. http://dx.doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n4.033

INEGI. (07 de 03 de 2025). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ind=6207131345&tm=6#D6207131345_180#D6207131345_180

Miranda, A. (2007). La industria automotriz en México Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría y administración*, 211-248.

Peralta, J., Martinéz, B., & Enriquéz, J. (2020). Industria 4.0. *Inventio, 39*. 10.30973/inventio/2020.16.39/4

Ramirez, U., Tello, E., & Ríos, A. (2018). Modelo basado en redes neuronales recurrentes LSTM para la predicción de la siguiente actividad en procesos de negoocio. *Pistas educativas, 40*, 962-974.

ESTRATEGIA TECNOLÓGICA SUSTENTABLE PARA LA MOVILIDAD VEHICULAR EN LA COMUNIDAD DE INGENIERÍA

SUSTAINABLE TECHNOLOGICAL STRATEGY FOR VEHICULAR MOBILITY IN THE ENGINEERING COMMUNITY

M. Estrada Estrada[1]
M. V. Flores Pérez[2]
J. L. García Licona[3]

RESUMEN

La investigación sobre la movilidad vehicular en el Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) destaca los retos significativos que enfrenta México en términos de congestión y contaminación. Con un 18% de las emisiones de CO_2 atribuibles a vehículos particulares, y un incremento del 234% en el tráfico vehicular desde 2000 a nivel nacional, particularmente, dicha institución presento un incremento de matrícula de 5.8% para el 2018 de acuerdo con datos del "Programa Institucional de Desarrollo" PID, se visualiza la implementación de estrategias sostenibles. La investigación propone explorar tecnologías emergentes, como vehículos eléctricos y sistemas de gestión de movilidad inteligente, para disminuir la huella de carbono. Se identifican servicios de vehículos compartidos, como car-sharing y ride-sharing, como alternativas efectivas. En particular, se sugiere el desarrollo de una plataforma web exclusiva para la comunidad ITSOEH, que garantice la confiabilidad de los datos personales y promueva un uso responsable de los recursos. La adopción de estas estrategias no solo beneficiaría al instituto, sino que podría servir como modelo replicable en otras instituciones, contribuyendo así a un futuro más sostenible en el transporte urbano de México.

ABSTRACT

Research on vehicular mobility at Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) highlights the significant challenges that Mexico faces in terms of congestion and pollution. With 18% of CO_2 emissions attributable to private vehicles, and a 234% increase in vehicular traffic since 2000 at the national level, particularly, said institution presented an increase in enrollment of 5.8% for 2018 according to data from the "Institutional Development Program" PID, the implementation of sustainable strategies is visualized. The research proposes to explore emerging technologies, such as electric vehicles and smart mobility management systems, to reduce the carbon footprint. Vehicle-sharing services, such as car-sharing and ride-sharing, are identified as effective alternatives. In particular, the development of an exclusive web platform for the ITSOEH community is suggested, which guarantees the reliability of personal data and promotes responsible use of resources. The adoption of these strategies would not only benefit the institute, but could serve as a replicable model in other institutions, thus contributing to a more sustainable future in urban transportation in Mexico.

ANTECEDENTES

La movilidad en las ciudades mexicanas enfrenta desafíos importantes, incluyendo la congestión vehicular y la contaminación ambiental. Según un reporte del Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (2025), las emisiones de carbono en México, específicamente relacionadas con los automóviles particulares, indican que estos vehículos generan aproximadamente el 18% de las emisiones de CO_2, que es el principal gas

[1] Profesor de Tiempo Completo Asociado A. Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. mestradae@itsoeh.edu.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo Asociado A. Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. mflores@itsoeh.edu.mx
[3] Profesor por Asignatura Tipo B. Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. jlgarcia@itsoeh.edu.mx

responsable del efecto invernadero. Además, se menciona que el sector transporte contribuye con el 20.4% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el país, de las cuales el 16.2% proviene del subsector automotor, principalmente por viajes en transporte individual motorizado. Este contexto ha impulsado la búsqueda de alternativas de transporte más sostenibles, que no solo mejoren la calidad del aire, sino que también optimicen la eficiencia del tránsito vehicular. En la actualidad, el cambio climático es una de las principales preocupaciones globales, exacerbada por el acelerado desarrollo urbano de los últimos años. Se ha registrado un incremento del 234% en el tráfico vehicular nacional, hasta el año 2022, de acuerdo con datos de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), lo que genera una creciente inquietud respecto a la emisión de CO_2. En este contexto, Mixquiahuala de Juárez se considera una de las cuencas atmosféricas de Tula Hgo., afectada por las actividades de empresas locales y la producción agrícola, convirtiéndose en un importante generador de contaminación ambiental.

El Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH), ubicado en Mixquiahuala, ha experimentado una expansión significativa en su infraestructura y matrícula a lo largo de su trayectoria. En el ciclo escolar 2022-2023 la absorción de influencia fue del 73.23%; la matrícula fue de 2 mil 070 estudiantes, 1 mil 255 mujeres y 1 389 hombres, desde el ciclo escolar 2017-2018 la matrícula global ha mantenido una línea transversal al alza de un 5.8%, de acuerdo con datos del Programa Institucional de Desarrollo [PID] (2024). En consecuencia, se estima que actualmente la movilidad de la población en el instituto es de 250 vehículos automotores (coches y motocicletas) aproximadamente, de acuerdo con datos de la propia institución, lo que ha desencadenado problemáticas como el incremento de CO_2. A pesar de los avances en movilidad urbana, es necesario implementar estrategias que aborden aspectos en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono.

Se ha estimado que las emisiones de CO_2 en el instituto son de 5800 kg semanales, dicha aproximación considera el aforo vehicular del instituto, el rendimiento promedio de consumo de combustible, así como la cantidad de CO_2 que emite un vehículo de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), quién en un estudio en 2015 determina 2.32 kg de CO_2 por litro de gasolina.

La integración de tecnologías modernas en el transporte ofrece beneficios significativos, facilitando avances en diversas áreas como la educación, la medicina y la comunicación. Estas tecnologías permiten el acceso a información crucial para la toma de decisiones, lo que puede reducir errores y mejorar la eficiencia. Por tanto, se pretende la búsqueda de tecnologías como estrategia que pueda contribuir a la disminución de CO_2 en la institución, pero no solo eso sino favorecer en mejorar la gestión ambiental de las organizaciones alineada a la norma ISO 14001, siendo que dicha estrategia pueda ser replicable en otras instituciones.

Este estudio aportara al estudiante de educación superior una formación integral, al considerar la cultura de sostenibilidad aplicada al transporte urbano, involucrados los estudiantes de Ingeniería en Logística e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

De tal manera que la pregunta de investigación que se plantea es: ¿Qué estrategias tecnológicas han resultado eficientes para la reducción de CO_2 aplicables a la movilidad

vehicular en México? Por lo que el objetivo consiste en identificar las estrategias que se pueden implementar para la reducción de dióxido de carbono aplicables en la movilidad.

METODOLOGÍA

La movilidad sostenible ha emergido como un tema de creciente interés a nivel mundial, especialmente en zonas de gran afluencia y tránsito vehicular, no siendo la excepción una institución de educación superior con gran aforo vehicular, lo que se traduce en altas emisiones de carbono y que constituye un problema crítico.

La presente investigación es documental exploratorio, de acuerdo con Hernández Sampiere et al. (2010) sirve para preparar el terreno y por lo común anteceden a investigaciones con alcance descriptivo los cuales a su vez proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y son altamente estructurados. Mismos que se aplican a esta investigación mediante la búsqueda de tecnologías aplicables a la movilidad vehicular explorando las que contribuyan a la reducción de CO_2, a partir de las características que ofrecen dichas tecnologías en México.

Así mismo Hernández et al. (2010) menciona que las investigaciones que se realizan en un campo de conocimiento específico pueden incluir diferentes alcances en las distintas etapas de su desarrollo. Es posible que una investigación se inicie como exploratoria, después puede ser descriptiva y correlacional, y terminar como explicativa.

De acuerdo con González (2024) el método documental es la técnica de estudio para aborda la teoría en investigaciones educativas para identificar áreas de oportunidad y construir nuevos conocimientos a través del análisis, evaluación, creación de nuevas teorías y nuevos conocimientos dicho método documental lo presenta en diferentes etapas las cuales se muestran en la Figura 1.

Figura 1. *Método documental.*

Fuente: González (2024).

Dicha investigación se fundamentó en el esquema de la Figura 1, por lo que el tema de estudio se centra en la búsqueda de estrategias que permitan la reducción de gases efecto invernadero que producen los vehículos pertenecientes a la comunidad del Instituto tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo.

Se seleccionaron palabras claves ligadas al tema de investigación, “Estrategia”, “Tecnológica”, “Sustentable”, “Movilidad de vehículos”, “Comunidad de Ingeniería”, posteriormente se emprendió la búsqueda de fuentes de información confiable tomando como prioridad la sustentabilidad vehicular, ordenando la información enfocados al objetivo de investigación y palabras claves.

Por último, se determina la estrategia mediante un análisis de la interrelación de la información con las palabras claves a fin de dar cumplimiento al objetivo de investigación.

RESULTADOS

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC] (2017), aproximadamente el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero en México provienen del sector transporte. La expansión urbana y el crecimiento del parque vehicular han llevado a un incremento alarmante del 234% a nivel nacional en el número de vehículos entre 2000 y 2022 de acuerdo con datos de la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU], contribuyendo significativamente a las emisiones de CO_2.

Por lo anterior de acuerdo con full&fast (2024), propone algunas estrategias tecnologías que pueden ser implementadas con el objetivo de reducir los gases de efecto invernadero. La Tabla 1 muestra las ventajas y desventajas que implican su implementación de cada una de ellas.

Tabla 1: *Ventajas y desventajas de la aplicación de tecnologías para la reducción de CO_2.*

SISTEMA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Vehículos Eléctricos (hidrógeno, enchufables, híbridos)	- Reducción de emisiones de CO_2.	- Infraestructura de carga aún insuficiente.
	- Menor costo de operación a largo plazo.	- Costo inicial elevado.
	- Energía limpia (hidrógeno genera solo vapor de agua).	- Disponibilidad limitada de estaciones de carga de hidrógeno.
Baterías de mayor capacidad	- Mayor autonomía y eficiencia.	- Desarrollo y producción aún en proceso, no disponibles masivamente.
	- Facilita la adopción masiva de vehículos eléctricos.	- Costo de las nuevas tecnologías puede ser alto.
Celdas de combustible vs baterías	- Cero emisiones locales (solo vapor de agua).	- Eficiencia energética baja en comparación con baterías.
	- Potencial en el transporte pesado.	- Necesidad de espacio adicional para la batería.
Transporte Autónomo	- Optimización de rutas y eficiencia en el consumo de combustible.	- Limitaciones en el uso, solo en circuitos cerrados por ahora.
	- Reducción de accidentes y mejora en la seguridad vial.	- Dependencia de la supervisión humana en tráfico abierto.
Carreteras eléctricas	- Carga continua en movimiento, potencial para transformar el transporte.	- Alta inversión inicial y baja viabilidad económica.
	- Reducción de la necesidad de estaciones de carga fijas.	- Poca eficiencia energética en proyectos piloto.
Gestión de la movilidad inteligente	- Reducción de la congestión y mejora en la eficiencia del transporte.	- Dependencia de la calidad de los datos y tecnología.
	- Facilita la planificación urbana y de transporte.	- Inversión en tecnología y capacitación necesaria.
Combustibles renovables	- Alternativa a combustibles fósiles, menor huella de carbono.	- Genera emisiones de CO_2 durante la combustión.
	- Uso de recursos orgánicos para su producción.	- Dependencia de la agricultura y recursos naturales.
Vehicle to Grid (V2G)	- Promueve la independencia energética de las ciudades.	- Infraestructura y regulación aún en desarrollo.
	- Facilita el almacenamiento y distribución de energía renovable.	- Requiere tecnología de carga avanzada.
Baterías para carga rápida	- Soluciones flexibles para la carga de vehículos eléctricos.	- No adecuadas para todos los vehículos o trayectos.
	- Fomenta la transición hacia movilidad sostenible.	- Costes iniciales y de infraestructura pueden ser altos.

Cada una de las tecnologías muestran grandes ventajas en su implementación sin embargo analizando las desventajas es importante mencionar que se tendrían limitantes en su aplicación siendo que sería una estrategia dirigida a la comunidad del instituto, por tanto de acuerdo a la Tabla 1, una de las tecnologías que podría dar cumplimiento a los objetivos buscados sería una gestión de movilidad inteligente siendo que esto podría ser mediante el uso compartido de vehículos por lo que se genera una búsqueda de estas tecnologías que se encuentran en servicio actualmente en México.

Los servicios de vehículos compartidos han emergido como una alternativa innovadora y sostenible en el ámbito del transporte, especialmente en un contexto donde la congestión vehicular y la contaminación son problemas crecientes en México. Este modelo se ha consolidado como una opción viable frente a la cultura de la propiedad del automóvil, buscando no solo mejorar la movilidad, sino también promover un uso más responsable y eficiente de los recursos disponibles.

En México, se pueden identificar principalmente cuatro tipos de servicios de vehículos compartidos:

- Car-sharing: Este modelo permite a los usuarios alquilar vehículos por períodos cortos, que pueden variar desde minutos hasta horas. Plataformas como Carrot y Urbvan han ganado popularidad en diversas ciudades, ofreciendo flexibilidad y conveniencia (López, 2021).
- Ride-sharing: Aplicaciones como Uber, Didi y Beat permiten a los usuarios compartir trayectos, lo que no solo reduce costos, sino que también optimiza el uso de los vehículos. Este modelo ha transformado la forma en que las personas se desplazan dentro de las ciudades, aumentando la accesibilidad al transporte (García, 2021).
- Bike-sharing: Aunque no son vehículos motorizados, los sistemas de bicicletas compartidas, como EcoBici en la Ciudad de México, contribuyen significativamente a la movilidad sostenible. Estos servicios fomentan un transporte más limpio y promueven hábitos de vida saludables (Martínez, 2019).
- Blablacar (2017), mayor red social de viajes en coche compartido del mundo, regulada por la Directiva de Servicios de la Sociedad de la Información y Comercio Electrónico que pone en contacto a conductores y pasajeros que van a realizar un mismo trayecto para compartir los gastos del viaje.

Los servicios de vehículos compartidos ofrecen múltiples beneficios, entre los cuales destacan:

- Reducción de Costos: Los usuarios solo pagan por el tiempo de uso del vehículo, eliminando gastos asociados a la propiedad, como mantenimiento, seguros y estacionamiento (Ramírez, 2020).
- Impacto Ambiental: La disminución en el número de vehículos particulares contribuye a la reducción de emisiones contaminantes, ayudando a mitigar problemas de calidad del aire en las ciudades (Zúñiga, 2021). (Martínez, 2019)
- Accesibilidad: Estos servicios permiten que personas que no pueden o no desean tener un automóvil accedan a un vehículo de manera conveniente (Cruz, 2021).
- Flexibilidad: Los usuarios pueden elegir el tipo de vehículo que mejor se adapte a sus necesidades, ya sea un coche compacto para un viaje corto o un SUV para una salida familiar (Sánchez, 2021).
- A pesar de sus múltiples beneficios, los servicios de vehículos compartidos enfrentan varios desafíos:
- Regulación: La falta de un marco regulatorio claro en muchas ciudades puede limitar el crecimiento y la operación de estas plataformas, generando incertidumbre tanto para los proveedores como para los usuarios (López, 2020).
- Aceptación Cultural: La resistencia cultural hacia la idea de compartir vehículos puede dificultar la adopción masiva de estos servicios, ya que la propiedad del automóvil sigue siendo vista como un símbolo de estatus en muchas comunidades (García, 2021).
- Infraestructura: La escasez de espacios de estacionamiento adecuados y las condiciones de las vías pueden afectar la efectividad de los servicios de vehículos compartidos (Martínez, 2019).

De acuerdo con lo anterior se diseñó un Benchmarking con el fin de la búsqueda una aplicación que este alineado al objetivo, dicho análisis se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: *Benchmarking servicio compartido de vehículos.*

TIPO DE APLICACIÓN	BENEFICIOS AMBIENTALES	IMPACTOS SOCIALES	USO DE DATOS DEL USUARIO	COSTOS DE OPERACIÓN Y USO
Car-sharing	- Reduce la congestión y contaminación.	- Acceso a vehículos sin necesidad de propiedad.	- Requiere datos de ubicación y perfil de usuario.	- Costo por uso horario o por minuto, más tarifas adicionales.
	- Disminuye la huella de carbono por persona.	- Promueve la inclusión social.	- Puede incluir historial de uso para recomendaciones.	- Puede ser más económico que poseer un vehículo.
Ride-sharing	- Optimiza el uso de vehículos, reduciendo autos en la carretera.	- Aumenta la accesibilidad al transporte.	- Requiere información de ubicación y calificaciones.	- Tarifas variables según distancia y demanda (dinámicas).
	- Puede disminuir la contaminación, dependiendo de la eficiencia.	- Facilita el transporte en áreas con escaso servicio público.	- Uso de datos personales para crear perfiles.	- Puede ser más caro que el transporte público.
Bike-sharing	- Promueve el uso de bicicletas, reduciendo emisiones.	- Fomenta hábitos saludables y actividad física.	- Necesita datos de ubicación y registro de usuario.	- Costo por uso, generalmente más bajo que otros medios.
	- Ayuda a desincentivar el uso de vehículos motorizados.	- Mejora la movilidad urbana en distancias cortas.	- Puede incluir seguimiento de uso para mantenimiento.	- Tarifas por minutos o suscripciones mensuales.
BlaBlaCar	- Permite compartir viajes, reduciendo vehículos en la carretera.	- Fomenta la conexión social y la comunidad.	- Requiere datos de perfil y ubicación para emparejamiento.	- Generalmente, se comparten gastos, lo que lo hace accesible.
	- Contribuye a un uso más eficiente de recursos de transporte.	- Opción económica para viajes largos, aumentando la accesibilidad.	- Puede incluir calificaciones de usuarios.	- Costo compartido entre conductor y pasajeros.

Como se muestra en la Tabla 2, el análisis de las plataformas resulta de gran ventaja sin embargo la que mejor se adapta es BlaBlaCar siendo una plataforma muy accesible, por tanto, una la estrategia seria diseñar una plataforma web que permita el uso compartido de vehículos en el instituto siendo que esta sería exclusiva para la institución sin fines de lucro, lo cual tendrá confiabilidad en los datos personales algo que se va a diferenciar de BlaBlaCar.

El futuro de los servicios de vehículos compartidos en México parece prometedor. Con la creciente preocupación por la sostenibilidad y la necesidad de soluciones innovadoras para el transporte urbano, se anticipa que estos servicios seguirán expandiéndose. La integración de

tecnologías avanzadas, como aplicaciones móviles y vehículos eléctricos, será fundamental para mejorar la eficiencia y la accesibilidad de estos servicios (Zúñiga, 2021).

CONCLUSIONES

La investigación revela que la movilidad en las ciudades mexicanas, particularmente en el contexto del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH), enfrenta desafíos críticos en términos de congestión vehicular y emisiones de CO_2. Con un aumento en el aforo vehicular en los últimos años y una significativa contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero, es imperativo implementar estrategias efectivas para mitigar estos problemas.

Las tecnologías emergentes, como los vehículos eléctricos, sistemas de gestión de movilidad inteligente y servicios de vehículos compartidos, ofrecen soluciones viables para reducir la huella de carbono. En particular, la gestión de movilidad inteligente y el uso de plataformas de car-sharing, como BlaBlaCar, presentan un enfoque innovador que puede ser adaptado y personalizado para el Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, sin embargo sería importante el diseño de una plataforma web enfocada al instituto que no solo permita el uso compartido de vehículo si no la exclusividad del uso para la comunidad siendo que esto se tendrá mayor confiabilidad en los datos personales, promoviendo así formación integral en los estudiantes de educación Superior enfocada en el transporte sostenible y sin fines de lucro.

Esta investigación no solo aporta un análisis de las tecnologías disponibles, sino que también abre la puerta para futuras implementaciones que pueden ser replicables en otras instituciones. El compromiso con la sostenibilidad y la integración de tecnologías modernas en el transporte son pasos esenciales hacia un futuro más limpio y eficiente en México.

BIBLIOGRAFÍA

BlaBlaCar. (2017). *Viaje en confianza: Dossier de prensa en España* [Folleto]. https://blog.blablacar.es/wp-content/uploads/2017/09/BlaBlaCar-PR-booklet_ES_specific-spread%20(1).pdf

Full&fast. (2024, 26 de marzo). *Nueve tecnologías emergentes para reducir las emisiones de CO_2 en transporte por carretera*. Charging the Future Now. https://fullandfast.com/blog/tecnologias-emergentes-movilidad-sostenible-agenda-2030/

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2014). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México* [Informe]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2022, 21 de abril). *Expansión urbana y transporte*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/720766/321SEDATU-CAME.pdf

Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo. (2024). *Programa de Desarrollo Institucional 2023–2028*. https://tenemosunacuerdo.hidalgo.gob.mx/pids/ITSOEH/PID_ITSOEH_Oficio.pdf

López, C. (2021, 4 de junio). *El carsharing, una alternativa de movilidad en la ciudad*. *El Economista*. https://www.eleconomista.com.mx/opinion/El-Carsharing-una-alternativa-de-movilidad-en-la-ciudad-20210603-0131.html

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación.* McGRAW-HILL.

González-López, M. (2024). *El método documental en estudios teóricos educativos*. *Revista Científica de Ciencia y Tecnología CIEB*, 2(1), 5–7. https://www.researchgate.net/profile/Mariela-Gonzalez-Lopez/publication/377846824_El_metodo_documental_en_estudios_teoricos_educativos/links/65bae81334bbff5ba7dd53c7/El-metodo-documental-en-estudios-teoricos-educativos.pdf

Ramírez, P. (2020). Costos y Beneficios de los Servicios de Car-Sharing en México. *Revista de Economía y Sociedad*.

Sánchez, M. (2021). Servicios de Transporte Compartido: El futuro de la Movilidad en México . *Investigación del Centro de Estudios de Trasporte*.

Zúñiga, T. (2021). Movilidad Urbana Sostenible: Retos y Perspectivas en México. *Reporte del Banco Internacional de Desarrollo* .

VARIABLES INFLUYENDO EN LA ANSIEDAD Y DEPRESIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE LA UANL

VARIABLES INFLUENCING THE ANXIETY AND DEPRESSION OF ENGINEERING STUDENTS AT UANL

A. M. García León[1]
F. J. Cerino Córdova[2]

RESUMEN

Uno de los principales retos que tienen las universidades, es mejorar el desempeño académico de sus estudiantes, siendo uno de los factores claves identificar las causas que originan un bajo rendimiento. Una de las causas que tradicionalmente ha sido asociada a esta problemática es la capacidad intelectual, pero el cambio de paradigma de la educación ocurrido en los últimos años, ponen de relevancia la imposibilidad de no considerar el rol que juegan las emociones; como es el caso de la ansiedad y la depresión. En este estudio el estado de salud mental de estudiantes en ingeniería de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) fue evaluado mediante una encuesta utilizando la escala de DASS, con la cual se determinaron los niveles de ansiedad y depresión. Para llevar a cabo el presente estudio, una muestra aleatoria de 205 universitarios en el área de ingeniería fue elegida. Lo resultados mostraron que tanto las estudiantes mujeres como los estudiantes hombres presentaron niveles altos de depresión y ansiedad. Una de las situaciones identificadas como generadora de estrés, ansiedad y depresión fue el hecho de que un alto porcentajes de universitarios estudian y trabajan al mismo tiempo. Finalmente, el porcentaje de los que padecen algún tipo de ansiedad y depresión es mucho más alto con respecto a los que no lo padecen, afectando en su mayoría a las estudiantes mujeres.

ABSTRACT

One of the main challenges universities faces is improving the academic performance of their students, with one of the key factors being the identification of the causes of low academic performance. Traditionally, intellectual capacity has been associated with this issue, but the recent paradigm shift in education highlights the necessity of considering the role emotions play, such as anxiety and depression. In this study, the mental health status of engineering students at the Universidad Autónoma de Nuevo León was evaluated through a survey using the DASS scale, which was used to determine levels of anxiety and depression. A random sample of 205 engineering students was selected for this study. The results showed that both female and male students exhibited high levels of depression and anxiety. One situation identified as a source of stress, anxiety, and depression was the fact that a high percentage of students work and study simultaneously. Finally, the percentage of students suffering from some form of anxiety and depression is significantly higher compared to those who do not, with female students being the most affected students.

ANTECEDENTES

Desde muy temprana edad, los estudiantes se encuentran sometidos a procesos de evaluación y el rendimiento académico es considerado primordial para ser en la vida una persona exitosa o no. En la etapa inicial de formación de los estudiantes mexicanos (educación básica), los padres de familia son continuamente informados sobre el desempeño académico de sus hijos y, muchas veces, este resultado es utilizado para definir los premios y castigos a la que son acreedores. En la etapa siguiente de su formación académica, en la escuela media superior, el desempeño académico determina si un estudiante requiere llevar o no, cursos de

[1] Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Químicas. azucena.garcialn@uanl.edu.mx
[2] Profesor Investigador de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. felipe.cerinocr@uanl.edu.mx

recuperación para lograr el nivel académico adecuado para continuar sus estudios, o si su nivel es alto como para que tenga acceso a cursos avanzados.

Por otra parte, para acceder a estudios superiores, los estudiantes deben prepararse para el concurso de ingreso de estudios en nivel superior (examen EXANI-II), cuyo fin es servir de herramienta para ayudar en la toma de decisiones de los procesos de ingreso, mediante la evaluación de las habilidades académicas y conocimientos específicos de los aspirantes, proporcionando, además, un diagnóstico de las habilidades de compresión lectora y redacción de manera indirecta de la lengua inglesa (CENEVAL, 2023). El concurso de ingreso crea demasiado estrés y ansiedad en los aspirantes debido a los puntajes altos que deben obtener en el examen para incrementar sus posibilidades de ingreso en los programas educativos de nivel superior a los que desean ingresar. El hecho de no ser admitido a la universidad genera en los jóvenes un sentimiento de tristeza y fracaso tanto en su vida personal como académica.

Una vez que el estudiante es admitido en la universidad debe enfrentarse a un proceso de adaptación dado que implica un cambio importante en el proceso de enseñanza aprendizaje, tales como el incremento en la dificultad de las tareas, una mayor carga de trabajo para realizar investigaciones analíticas; así como la dificultad asociada a la carrera elegida. Es importante mencionar que un estudiante a medida que avanza en el sistema educativo mexicano se enfrenta a una mayor presión por obtener buenos resultados académicos, dado que este desempeño generalmente se correlaciona con un futuro exitoso. Por lo que es de vital importancia reflexionar si en los entornos de educación superior se refuerza el mensaje que tener una buena calificación es fundamental para tener éxito dejando en segundo término lo primordial que es el aprendizaje significativo.

Unas de las prioridades de las universidades es lograr la excelencia en la formación académica de sus estudiantes para facilitar su inserción en el mercado laboral, para ello ha sido necesario conocer las causas que ocasionan el bajo desempeño académico, para implementar estrategias que eviten la deserción escolar (Felipe-Durán et al., 2015). Dentro de la literatura, se han identificado diferentes factores personales, socioeconómicos, institucionales que llevan a la deserción universitaria (Cardona-Arias et al., 2015; Arévalo García et al., 2019).

Por otra parte, Felipe-Durán et al. (2015) mencionan que el bajo rendimiento escolar puede estar asociado a:

a) Causas académicas: Antecedentes académicos deficientes, poca motivación del alumno por la materia, bajo nivel pedagógico del profesor, dificultad inherente de la materia, ritmo de aprendizaje del alumno menor al común.
b) Causas no académicas: Situación económica baja, medio social problemático, discriminación, drogadicción, medio familiar disfuncional, grandes tiempos dedicados al transporte, el uso indiscriminado de aparatos y dispositivos como teléfonos celulares, *iPod´s*, *iPad's*, *tablets* o equipos de juegos electrónicos.

Diversos estudios han demostrado que los trastornos mentales, tales como el estrés y la ansiedad, están más presentes en los medios universitarios en comparación con la población en general (Arévalo García et al., 2019; Ibrahim et al., 2013). Serrano Barquín et al. (2013)

resaltan la importancia que tienen los procesos motivadores en el aprendizaje, por lo que es imprescindible la participación del sujeto que aprende. En el caso que el sujeto que aprende sufra de trastornos mentales, como ansiedad y depresión, lo pueden llevar a tener sentimientos constantes de tristeza y una notable pérdida de interés en la realización de diferentes actividades, incluídas las actividades cotidianas.

La enorme presión familiar y escolar que se ejerce sobre los estudiantes universitarios a nivel mundial, para lograr un excelente rendimiento académico, hace que el entorno universitario sea un generador de estrés y, como consecuencia, un nivel elevado de estrés psicológico, lo cual trae consigo problemas mentales; por ejemplo, la ansiedad, la depresión y en algunos casos severos la idea de suicidio (Noriega et al., 2014; Eskin et al., 2016).

Es importante mencionar, que los estudios han demostrado que ambos síntomas en estudiantes universitarios de países de tercer mundo son superiores con respecto a los estudiantes universitarios de países desarrollados. Lo anterior puede explicarse por las condiciones sociales desfavorables en las que viven los estudiantes universitarios de países del tercer mundo y que se asocian con una peor salud mental y un peor rendimiento académico. El padecimiento de estos tipos de trastornos mentales, por parte de los estudiantes universitarios, puede afectar su rendimiento escolar, de allí la importancia de desarrollar este tipo de estudios para conocer el nivel de estrés y ansiedad que sufren los estudiantes de Ingeniería de la UANL.

González Ramírez et al. (2009) efectuaron un estudio con 506 estudiantes de psicología de dos universidades de Monterrey, Nuevo León. Los resultados mostraron que existe una relación entre la depresión y los síntomas psicosomáticos, así como, entre la ansiedad y la depresión. El estudio mostró que el 25 % de los estudiantes de psicología presentaron síntomas psicosomáticos con una intensidad media o alta, 0.8 % de los estudiantes presentaron niveles de depresión severas y 0.4 % de los estudiantes manifestaron niveles de ansiedad por encima del 75 % de la puntuación máxima de la escala.

En los estudios analizados, se evidenció que el bienestar mental de los estudiantes se ve afectado negativamente por los problemas de ansiedad y depresión, los cuales podrían estar asociados directamente al ambiente universitario. Esto es debido a que los estudiantes se encuentran presionados por las altas expectativas que se tienen para que logren un buen rendimiento académico, aunado a las cargas académicas intensas y la falta de recursos de apoyo psicológico.

El objetivo principal del presente artículo es conocer el nivel de ansiedad y depresión en los estudiantes de Ingeniería de la UANL. De igual manera, se busca determinar si el nivel de ansiedad y depresión son mayores en los estudiantes universitarios que estudian y trabajan al mismo tiempo, así como de determinar el género más afectado por estos trastornos mentales. Este estudio, podría ser una herramienta útil para definir la implementación de estrategias adicionales a las existentes, con la finalidad de mejorar el apoyo socioemocional que actualmente se les brinda a los estudiantes que padecen depresión y ansiedad. Esto repercutirá en la mejora de la calidad de vida y en el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería.

METODOLOGÍA

Participantes

Una muestra conformada de 205 estudiantes de diferentes licenciaturas de ingeniería de la UANL, de todos los semestres y de ambos géneros en un rango de edad de 17 a 28 años, fue seleccionada en este estudio.

Instrumento de medición

En este estudio, se utilizó un cuestionario como instrumento de medición del nivel de estrés y ansiedad de los estudiantes de ingeniería. El cuestionario consistió en 26 reactivos, los cuales incluían aspectos como el género, edad, si los estudiantes realizaban estudios de ingeniería y si trabajaban, el semestre que cursaban, el tiempo invertido semanalmente a actividades académicas; así como ciertos padecimientos de salud que son síntomas característicos de padecimientos como son la ansiedad y la depresión. La escala de DASS que permite conocer el nivel de depresión y ansiedad fue utilizada para el análisis de los resultados (Lovibond y Lovibond, 1995).

La escala DASS fue creada con el objetivo de evaluar la presencia de afectos negativos de depresión y ansiedad, incluyendo los síntomas esenciales de cada condición y excluyendo los que pertenecen a ambos. La escala de DASS, está compuesta por 7 reactivos para la ansiedad y 7 reactivos para la depresión con un sistema de respuesta que va de 0 (Nunca) a 3 (Casi siempre) con rangos de puntuación que van desde los 5 a los 14 puntos para el caso de la depresión y en un rango desde 4 a 10 para la parte de ansiedad, como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1. *Identificador de gravedad para la Ansiedad y Depresión.*

Rango	**Depresión**
5 a 6	Leve
7 a 10	Moderada
11 a 13	Severa
14 o más	Extremadamente severa
Rango	**Ansiedad**
4	Leve
5 a 7	Moderada
8 a 9	Severa
10 o más	Extremadamente severa

Aplicación del instrumento de medición

Una vez determinada la herramienta a utilizar, se procedió a la aplicación en forma de encuesta por medio de la plataforma *Forms* de *Microsoft Teams*, a los alumnos de Ingeniería de la UANL. La privacidad de los encuestados fue resguardada siguiendo los valores éticos promovidos en la UANL. Posteriormente, con los resultados de las encuestas, se procedió a medir la confiabilidad del instrumento de medición utilizando la metodología de Alfa de

Cronbach, como se muestra en la ecuación 1y la Tabla 2 y el *software* de *Microsoft Excel*® (2022) fue empleado para procesar los datos (García-León y Cerino-Córdova, 2024).

$$\alpha = \frac{K}{K-1}\left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2}\right) \qquad \text{(Ec. 1)}$$

Tabla 2. *Escala de la confiabilidad del Alfa de Cronbach.*

Rango	Confiabilidad
0.53 o menos	Nula
0.54 a 0.59	Baja
0.60 a 0.65	Buena
0.66 a 0.71	Muy buena
0.72 a 0.99	Excelente
1	Perfecta

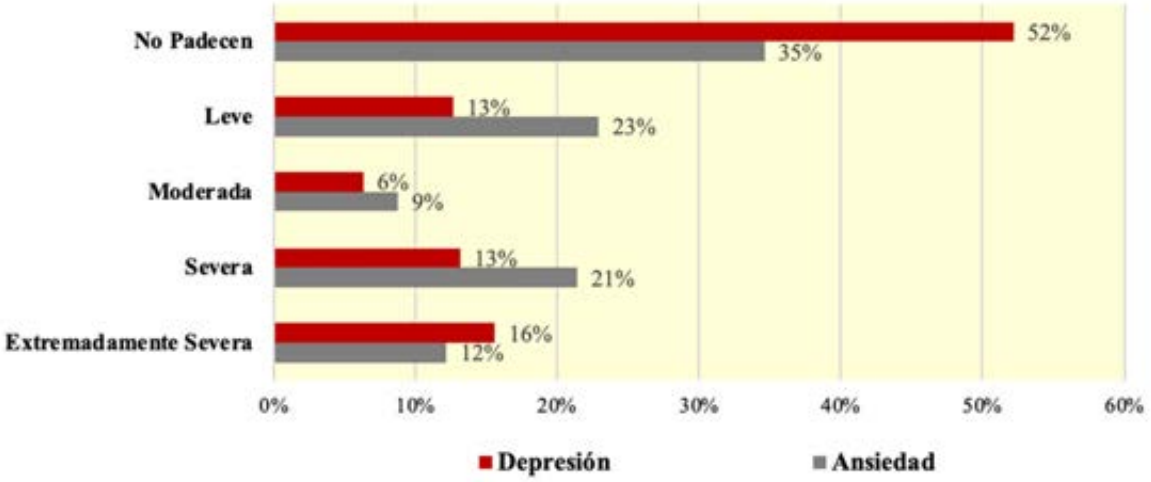
RESULTADOS

De los 205 estudiantes universitarios, de primero a decimo semestre que cursan alguna carrera Ingeniería en la UANL que fueron encuestados, el 29 % están en 10o semestre. Del total, el 38 % son mujeres y el 62 % son hombres. El rango de edad de los encuestados va desde los 17 hasta los 28 años, siendo el 82 % en un rango de edad entre los 18 y 23 años. Además, el 63 % de los encuestados trabaja y estudia al mismo tiempo.

En este estudio, los datos obtenidos de la encuesta referentes a la escala de DASS fueron analizados. Para medir la confiabilidad del instrumento de medición utilizado en la recolección de datos, un análisis estadístico para calcular el coeficiente del Alfa de Cronbach (Ec. 1) fue realizado. Los valores obtenidos del coeficiente de Alfa de Cronbach muestraron que la encuesta presenta una excelente confiabilidad, siendo el coeficiente de 0.94 (depresión 0.94 y ansiedad 0.91).

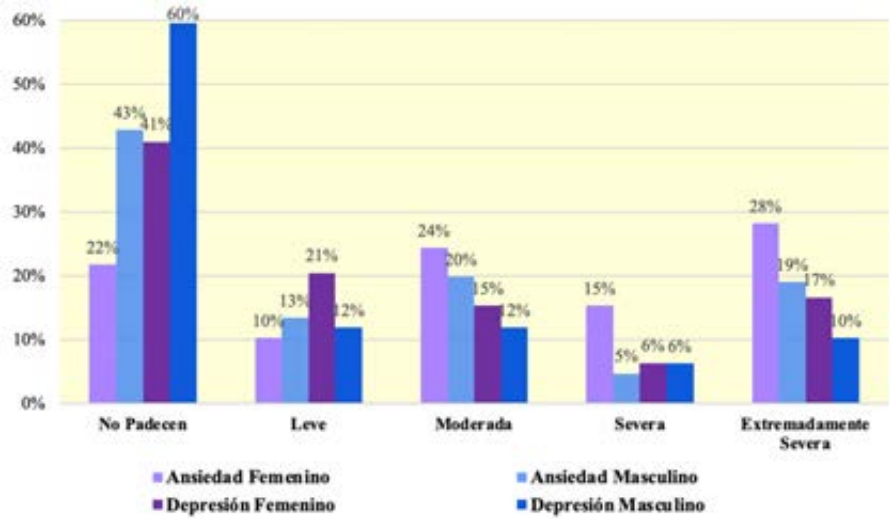
En la Figura 1, se muestran los resultados obtenidos con respecto a la depresión, determinándose que el 48 % de los estudiantes de ingeniería ha padecido algún nivel de depresión, de los cuales el 32 % presentan un nivel de depresión de leve a severa y el 16 % un nivel de depresión extremadamente severa. En lo que respecta al nivel de ansiedad, los resultados muestran que el 65 % de los estudiantes de ingeniería han sufrido algún nivel de ansiedad, de los cuales el 30 % manifestaron un nivel de ansiedad de moderada a severa mientras que el 12 % un nivel de ansiedad extremadamente severa.

Figura 1. *Porcentajes de estudiantes que presentan algún nivel de depresión y ansiedad.*



En la Figura 2, se muestra los niveles de ansiedad y depresión de acuerdo con el género, los resultados muestran que de manera general en la mayoría de los casos los porcentajes de estudiantes del género femenino que presentan ansiedad y depresión son mayores en comparación al porcentaje de estudiantes masculinos (excepto en el nivel de ansiedad leve). Es importante recalcar que el 43 % y 22 % de los estudiantes universitarios del género masculino y femenino, respectivamente, no padecen trastornos de ansiedad. En el caso de la depresión se presenta un resultado similar, el 60 % de los estudiantes universitarios masculinos no padecen depresión y este porcentaje es aproximadamente 1.5 veces mayor al que se obtiene en las estudiantes del género femenino.

Figura 2. *Porcentajes de estudiantes que presentan algún nivel depresión y ansiedad por género.*

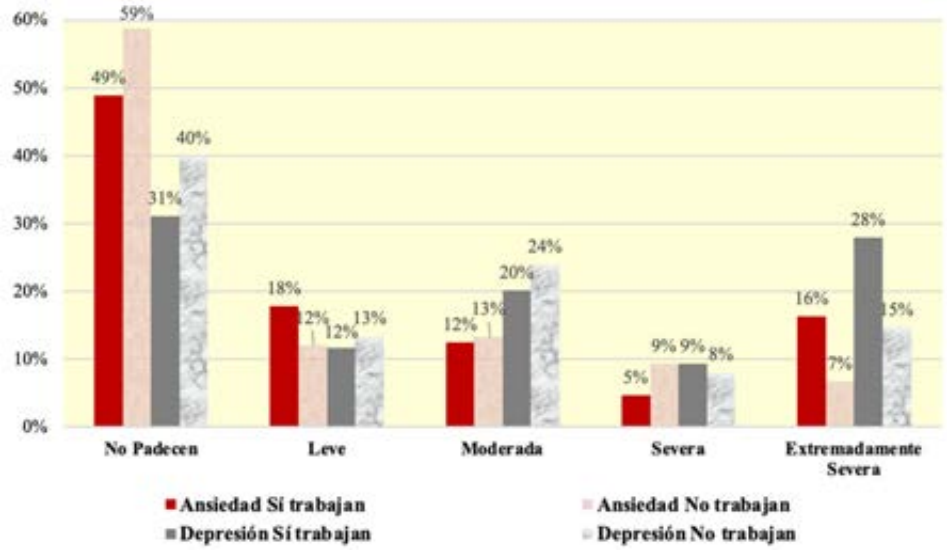


En lo que respecta al nivel de ansiedad, de moderada a extremadamente severa, el 67 % de las estudiantes del género femenino manifestaron sufrirla, mientras que en los estudiantes del

género masculino fue del 44 %. En cuanto a los niveles de depresión, el 38 % de las mujeres estudiantes perciben depresión de moderada a extremadamente severa, mientras que el 28 % de los estudiantes hombres la presentan.

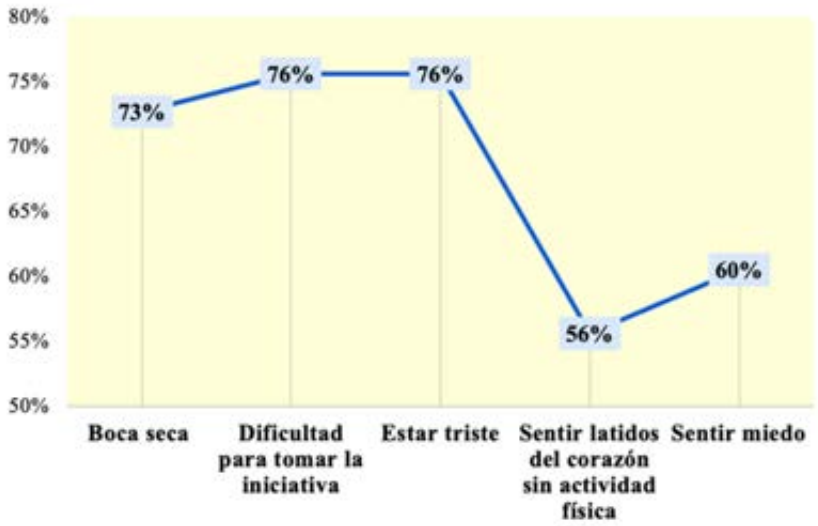
En la Figura 3, se muestran los porcentajes de estudiantes que trabajan y que presentan ansiedad y depresión. Respecto a la ansiedad entre los alumnos que sí trabajan, el 33 % presentan un nivel de ansiedad de moderada a extremadamente severa y en el caso de la depresión este valor corresponde al 57 %. Por el contrario, el porcentaje de estudiantes que no trabajan y solamente estudian, que presentan un nivel de ansiedad y depresión de moderada a extremadamente severa fueron del 29 % y 47 %, respectivamente.

Figura 3. *Porcentajes de estudiantes que trabajan y presentan algún nivel de depresión y ansiedad.*



En la Figura 4, se muestran los síntomas psicosomáticos recurrentes que presentan los estudiantes universitarios, más del 70 % presentan síntomas de boca seca, dificultad para tomar iniciativa y se perciben tristes. Adicionalmente, más del 50 % de los estudiantes universitarios encuestados manifestaron sentir latidos del corazón sin actividad física y sentir miedo.

Figura 4. *Síntomas psicosomáticos recurrentes en estudiantes.*



CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra la importancia que tiene la evaluación de la salud mental de los estudiantes universitarios, como un elemento esencial para contribuir al logro de su bienestar. Los resultados demostraron que un número significativo de estudiantes de Ingeniería de la UANL presentan problemas de ansiedad y depresión. El 65 % y 48 % de los estudiantes universitarios encuestados (205) presentan algún nivel de ansiedad y depresión, respectivamente. Es importante mencionar que, dentro de estos porcentajes, una cantidad significativa de estudiantes enfrentan niveles moderados a extremadamente severos en ambos trastornos.

Por otra parte, los resultados también muestran que los estudiantes universitarios que trabajan y estudian al mismo tiempo, debido a las demandas adicionales de trabajo, presentan niveles más altos de ansiedad y depresión en comparación con los estudiantes universitarios que no trabajan, aunque estos trastornos aún siguen siendo elevados.

En lo que respecta al análisis de niveles de ansiedad y depresión por género, se puso de manifiesto que los estudiantes del género femenino sufren niveles más altos de ansiedad y depresión en comparación con los estudiantes universitarios del género masculino. Un 67 % de los estudiantes del género femenino experimentan niveles de ansiedad de moderada a extremadamente severa, en contraste con el 44 % de los hombres. Un comportamiento similar fue obtenido en el caso de la depresión, donde las estudiantes universitarias presentan mayores porcentajes con respecto a los estudiantes universitarios, en 10 puntos porcentuales.

Finalmente, los resultados del estudio han permitido destacar la importancia de contar con estrategias de apoyos socioemocionales adecuadas para los estudiantes que cursan alguna Ingeniería, prestando especial atención en aquellos estudiantes que estudian y trabajan debido a sus niveles de ansiedad y depresión. La calidad de vida y el rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería podrían verse favorecidos al mejorar los servicios de apoyo que les permitan gestionar de una mejor manera su salud mental.

Este estudio pone de manifiesto, la necesidad imperiosa de que las universidades fortalezcan sus programas de apoyo psicológico para estudiantes en situaciones de vulnerabilidad, como es el caso de los estudiantes universitarios que sufren altos niveles de ansiedad y depresión.

BIBLIOGRAFÍA

Arévalo-García, E., Castillo-Jiménez, D. A., Cepeda, I., López-Pacheco, J., & Pacheco, R. (2019). Ansiedad y depresión en estudiantes universitarios: Relación con rendimiento académico. *Interdisciplinary Journal of Epidemiology & Public Health*, 2(1), 1–8. https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/iJEPH/article/view/5342

Cardona-Arias, J. A., Pérez-Restrepo, D., Rivera-Ocampo, S., Gómez-Martínez, J., & Reyes, A. (2015). Prevalencia de ansiedad en estudiantes universitarios. *Diversitas: Perspectivas en Psicología*, 11(1), 79–89.

Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL). (2023). *Guía para el sustentante EXANI-II*. https://ceneval.edu.mx/instituciones-guias_ceneval/

Eskin, M., Sun, J. M., Abuidhail, J., Yoshimasu, K., Kujan, O., Janghorbani, M., … Voracek, M. (2016). Suicidal behavior and psychological distress in university students: A 12-nation study. *Archives of Suicide Research*, 20(3), 369–388. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26954847/

Felipe-Durán, F., Martínez-Sánchez, I., & Sánchez-Meraz, M. (2015). Acciones para resolver causas no académicas de irregularidad en estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 1(2), 1–6. https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/164

García-León, A. M., & Cerino-Córdova, F. J. (2024). Medición del desarrollo de estrategias de aprendizaje y motivación en estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 11(16), 697–707. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/1003

González-Ramírez, M. T., Landero-Hernández, R., & García-Campayo, J. (2009). Relación entre la depresión, la ansiedad y los síntomas psicosomáticos en una muestra de estudiantes universitarios del norte de México. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 25(2), 141–145. https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2009.v25n2/141-145

Ibrahim, A. K., Kelly, S. J., Adams, C. E., & Glazebrook, C. (2013). A systematic review of studies of depression prevalence in university students. *Journal of Psychiatric Research*, 47(3), 391–400. https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2012.11.015

Lovibond, P. F., & Lovibond, S. H. (1995). The structure of negative emotional states: Comparison of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS) with the Beck Depression and Anxiety Inventories. *Behaviour Research and Therapy*, 33(3), 335–343. https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)00075-U

Microsoft. (2022). *Microsoft Excel* (Versión 2022) [Software]. https://www.microsoft.com/excel

Noriega, J., Castellanos, J., Orejuela, D., Cepeda, D., Barajas-Soto, S., & Uribe-Rodríguez, A. (2014). Sucesos vitales en jóvenes universitarios de la Universidad Pontificia. Apuntes de Investigación, vol. 9, pp.1-16

Serrano-Barquín, C., Rojas-García, A., & Ruggero, C. (2013). Depresión, ansiedad y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 15(1), 47–60. https://www.redalyc.org/pdf/802/80225697004.pdf

IMPACTO DE LA GAMIFICACIÓN EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

IMPACT OF GAMIFICATION ON ENGINEERING STUDENTS

B. Pérez Rojas[1]
M. A. Cruz Rodríguez[2]
M. P. Torrijos Muñoz[3]
V. Machorro Sánchez[4]

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el impacto de la gamificación en estudiantes de ingeniería, específicamente en la asignatura Matemáticas para la Toma de Decisiones de la Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones del Instituto Tecnológico de Puebla. El enfoque utilizado fue cualitativo. Se exploró el uso de la gamificación mediante un breakout en línea implementado en la plataforma Genially como herramienta pedagógica para evaluar su impacto en la motivación y el trabajo en equipo de los estudiantes. Se definió una muestra de estudiantes que participaron en equipo para resolver el breakout. La técnica de recolección de información consistió en la aplicación de un cuestionario en línea. Los resultados indican que el uso de la herramienta de gamificación breakout en la solución de un ejercicio es ampliamente aceptado, contribuye al trabajo en equipo y genera emociones positivas en los usuarios.

ABSTRACT

The main objective of this work was to evaluate the impact of gamification in engineering students, specifically in the subject Mathematics for Decision Making of the Information and Communication Technologies Engineering of the Instituto Tecnológico de Puebla. The approach used was qualitative. The use of gamification was explored through an online breakout implemented in the Genially platform as a pedagogical tool to evaluate its impact on students' motivation and teamwork. A sample of students who participated in teams to solve the breakout was defined. The data collection technique consisted of the application of an online questionnaire. The results indicate that the use of the gamification tool breakout in the solution of an exercise is widely accepted, contributes to teamwork and generates positive emotions in the users.

ANTECEDENTES

El reporte especial del estado del Gaming en México 2023 (Unidad de Medios y Contenidos Audiovisuales [UMCA], 2024) menciona que, en ese año, se aplicó una encuesta a 4,805 personas, de las cuales 3,309 afirmaron ser jugadores de videojuegos, lo que representa el 68.86%. Este porcentaje equivale a más de la mitad de las personas encuestadas, de las cuales el 25.5% tiene una edad entre los 18 y los 24 años. Lo anterior demuestra que los videojuegos son ampliamente utilizados por la población de 18 a 24 años; además, en este rango de edad, los estudiantes en México se encuentran cursando el nivel de educación superior.

En cuanto a los trabajos de investigación sobre gamificación aplicada en la educación superior, destaca el estudio realizado por Nieto et al. (2020), en el que se evalúa la gamificación como técnica de enseñanza-aprendizaje. En dicho estudio, se desarrolló una plataforma que permite a los docentes gestionar retos y clasificaciones, así como a los

[1] Profesora de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Puebla beatriz.perez@puebla.tecnm.mx
[2] Profesora de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Puebla adelina.cruz@puebla.tecnm.mx
[3] Profesora de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Puebla patricia.torrijos@puebla.tecnm.mx
[4] Profesora de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Puebla veronica.machorro@puebla.tecnm.mx

estudiantes crear su propio avatar. La herramienta implementada logró incrementar la participación y la colaboración de los alumnos.

La gamificación en la educación superior ha sido implementada mediante un breakout educativo, como se expone en el trabajo de Sorer y Rosser (2023) en el artículo "Uso del breakout educativo para la percepción del aprendizaje en el alumnado de enseñanza superior. Estudio de caso sobre el mito de la Navidad". En dicho artículo se describe cómo el uso de un breakout educativo fomenta la participación y el interés de los estudiantes en la historia local y el patrimonio cultural.

El presente estudio presenta los resultados de la implementación de un breakout educativo en línea a través de la plataforma Genially. Los estudiantes de la asignatura Matemáticas para la Toma de Decisiones del programa Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), en el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP), participaron en equipos para resolver el breakout denominado "Operación Rescate Temporal". Mediante cuestionarios y la solución de un modelo de programación lineal, los participantes lograron abrir una puerta al final del reto, indicando la resolución satisfactoria del mismo.

Objetivo

El objetivo de este estudio consiste en identificar el impacto de la gamificación, a través de un breakout educativo en línea, en los estudiantes de la asignatura Matemáticas para la Toma de Decisiones del programa Ingeniería en TIC, específicamente en cuanto a motivación y trabajo en equipo.

Justificación

La investigación sobre el uso de la gamificación a través de un breakout educativo en línea, implementada en estudiantes de ingeniería en el ITP es importante desde diversas perspectivas.

En el aspecto académico, esta metodología se ha utilizado en México y otros países para transformar la enseñanza tradicional, aumentando la motivación y el compromiso de los estudiantes, lo que mejora la retención de información y el desarrollo de habilidades como el aprendizaje cooperativo.

En el aspecto social, los breakouts educativos en línea favorecen la inclusión y accesibilidad al permitir la participación de estudiantes con diversas habilidades y estilos de aprendizaje. Además, contribuyen al desarrollo de habilidades sociales, como el trabajo en equipo y la comunicación.

En el ámbito económico, el uso de una plataforma en línea gratuita para la implementación del breakout educativo se presenta como una solución rentable, al eliminar los costos asociados al pago de licencias de software educativo.

Por último, la incorporación de nuevas tecnologías en el ámbito educativo propicia el desarrollo de competencias digitales en los docentes, al tiempo que fomenta la mejora continua de las metodologías de enseñanza.

METODOLOGÍA

La gamificación es una estrategia que emplea elementos y técnicas de diseño de juegos en diversos contextos, con el propósito de involucrar a los usuarios y resolver problemas. Esta metodología ha ganado relevancia en múltiples campos, incluida la educación, debido a su capacidad para incrementar la motivación y el compromiso de los participantes.

De acuerdo con Werbach y Hunter (2012), la gamificación abarca tres categorías principales de elementos del juego: dinámicas, mecánicas y componentes. Estos se organizan en un orden decreciente de abstracción. Cada mecánica está asociada a una o más dinámicas, y cada componente se encuentra vinculado a uno o más elementos de nivel superior.

Los elementos dinámicas, mecánicas y componentes conforman la jerarquía de elementos del juego, la cual se ilustra en la Figura 1.

Figura 1. *Jerarquía de elementos del juego.*

NOTA: Adaptado de Fort he win. How game thinking can revolutionize your business(p. 82), por K. Werbach, K. y D. Hunter, 2012, Wharton Digital Press.

En el nivel más alto de abstracción se encuentran las dinámicas del juego, las cuales incluyen:

1. Restricciones (limitaciones o intercambios forzados).
2. Emociones (curiosidad, competitividad, frustración, felicidad).
3. Narrativa (una historia coherente y continua).
4. Progresión (crecimiento y desarrollo del jugador).
5. Relaciones (interacciones sociales que generan sentimientos de camaradería, estatus y altruismo).

Las dinámicas representan los aspectos generales del juego que deben considerarse para llevarlo a cabo, como una historia, un reto o capítulos que el jugador debe superar hasta alcanzar el último episodio.

Por otra parte, las mecánicas constituyen los procesos básicos que impulsan la acción y generan el compromiso del jugador. Entre las principales se encuentran:

1. Desafíos (rompecabezas u otras tareas que requieren esfuerzo para ser resueltas).
2. Azar (elementos de aleatoriedad).
3. Competencia (un jugador o grupo gana y otro pierde).
4. Cooperación (los jugadores trabajan juntos para alcanzar un objetivo común).
5. Retroalimentación (información sobre el desempeño del jugador).
6. Adquisición de recursos (obtención de objetos útiles o coleccionables).
7. Recompensas (beneficios obtenidos por alguna acción o logro).
8. Transacciones (intercambio de bienes entre jugadores, de forma directa o mediante intermediarios).
9. Turnos (participación alternada de los jugadores).
10. Estados de victoria (resultados como ganador, empate o pérdida).

En el nivel más específico se encuentran los componentes, que son las formas concretas que adoptan las dinámicas o mecánicas. Los quince componentes de juego más relevantes incluyen:

1. Logros (objetivos definidos).
2. Avatares (representación visual del personaje del jugador).
3. Insignias (representaciones visuales de logros alcanzados).
4. Boss Fights (desafíos complejos de alto nivel).
5. Colecciones (conjuntos de objetos o insignias para acumular).
6. Combate (batallas breves).
7. Desbloqueo de contenidos (acceso a elementos tras cumplir objetivos).
8. Regalar (compartir recursos con otros jugadores).
9. Tablas de clasificación (visualización de logros y progresos).
10. Niveles (indicación del progreso del jugador).
11. Puntos (representación numérica del avance en el juego).
12. Misiones (retos con objetivos y recompensas específicas).
13. Gráficos sociales (red social de los jugadores dentro del juego).
14. Equipos (grupos colaborativos de jugadores).
15. Bienes virtuales (activos del juego con valor real o virtual).

En el breakout implementado, se utilizó como dinámica una narrativa de rescate dividida en etapas que involucraba visitar un país a la vez. La mecánica se basó en el desafío de responder correctamente los cuestionarios para avanzar en el reto, acompañada de retroalimentación constante. Los componentes incluidos fueron los logros alcanzados al avanzar en el reto hasta completar un desafío final, cuyo objetivo era obtener un valor y abrir una puerta.

Plataformas en línea para gamificación

Las plataformas en línea desempeñan un papel crucial en la implementación de la gamificación, al proporcionar herramientas que facilitan la creación de entornos interactivos y atractivos. Se reviso la información de la página web Educación 3.0 (2020), donde describe 27 herramientas para gamificación y se seleccionó la plataforma Genially para implementar el breakout educativo, gracias a sus capacidades para diseñar retos y misiones con retroalimentación automática.

Método y muestra

La presente investigación adoptó un enfoque descriptivo, el cual, según Hurtado (2010), es un método científico que permite detallar y comprender las características de un fenómeno en un momento específico. Este enfoque se centra en el "qué es" o "cómo es" un fenómeno, sin alterarlo. Además, permite organizar, categorizar y tabular datos para identificar patrones o tendencias. Hurtado (2010) subraya que este tipo de investigación debe ser metódico y sistemático, siguiendo un plan detallado para asegurar la validez de los resultados, y relacionar aspectos específicos con principios universales bajo un enfoque holopráxico.

La población estudiada incluyó 90 estudiantes inscritos en la asignatura Matemáticas para la Toma de Decisiones del programa Ingeniería en TIC del ITP, durante el semestre agosto-diciembre 2024. El tamaño de la muestra, calculado para una población finita con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, resultó en 74 estudiantes. Se empleó un muestreo intencional, seleccionando a los primeros 74 estudiantes registrados alfabéticamente según su apellido.

RESULTADOS

De acuerdo con lo descrito por Hurtado (2010), las técnicas de recolección de información se clasifican en: observación, encuestas, entrevistas, revisión documental y sesiones en profundidad. Para este estudio se utilizó una encuesta en línea implementada en Google Forms, que incluyó preguntas abiertas y cerradas. Las preguntas se categorizaron en tres grupos: la categoría 1 corresponde al ambiente de trabajo; la categoría 2, a la solución de conflictos; y la categoría 3, a la motivación. Los resultados se describen a continuación.

En la categoría 1, referente al Ambiente de trabajo, las respuestas obtenidas fueron las siguientes:

- Pregunta 1: "¿Es fácil para ti trabajar en equipo?" El 93% de las respuestas fueron positivas.
- Pregunta 2: "¿Te sentiste en confianza con tu equipo? ¿Por qué?" El 100% de las respuestas fueron positivas, y los participantes mencionaron que la confianza se debía a que ya conocían a sus compañeros.
- Pregunta 3: "¿Tienes una buena relación de compañerismo con las personas con las que trabajaste en el breakout?" El 86.2% de las respuestas fueron positivas. En los casos negativos, los estudiantes argumentaron que no conocían a su compañero, como se muestra en la Figura 2.
- Pregunta 4 ¿Te agrada ser participativo para resolver los retos del breakout? El 89.7% de los alumnos respondieron que si como se muestra en la Figura 3.
- Pregunta 5 ¿Qué papel tomaste en el proceso de resolver el breakout colaborador o líder?, el 69% de las respuestas fueron colaborador y el 31% de las respuestas fue líder.

Figura 2. *Gráfica de pastel de respuestas a la pregunta ¿Tienes una buena relación de compañeros de escuela con las personas con las que trabajaste el Breakout?.*

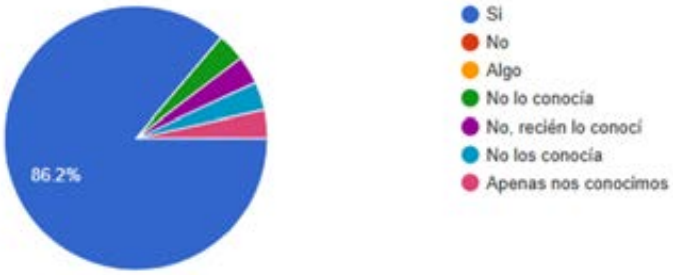
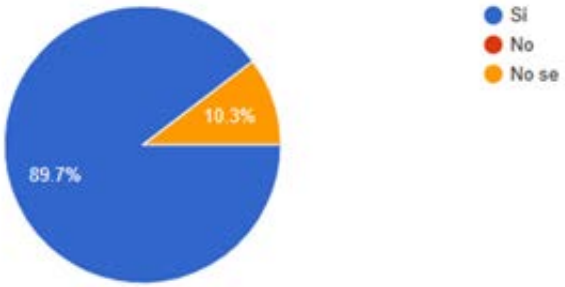


Figura 3. *Gráfica de pastel de respuestas a la pregunta ¿Te agrada ser participativo para resolver los retos del breakout?.*



En la categoría 2, referente a la solución de conflictos, los resultados obtenidos se resumen de la siguiente manera:

- Pregunta 1: "Cuando se presenta un conflicto para resolver un problema, ¿cuál es tu primera reacción?" El 60% de las respuestas indican que los participantes optan por buscar una solución, mientras que el resto manifiesta reacciones como estrés y nerviosismo.
- Pregunta 2: "¿Se presentó algún conflicto entre los miembros del equipo para resolver el breakout?" El 86.2% de las respuestas señalaron que no hubo conflictos, el 10.3% indicó que sí se presentaron, y el 3.5% mencionó una ligera falta de comunicación. Estos resultados se ilustran en la Figura 4.

En la categoría 3, referente a la Motivación, los resultados obtenidos se resumen de la siguiente manera:

- Pregunta 1: "¿El uso del breakout para resolver el ejercicio fue divertido? ¿Por qué?" Todas las respuestas fueron positivas. Los tres adjetivos calificativos más mencionados para describir la experiencia, en orden de frecuencia de mayor a menor, fueron: diferente, dinámico y didáctico.
- Pregunta 2: "¿Cómo te sentiste con el uso del breakout para resolver el ejercicio? Selecciona las opciones necesarias o escribe otro sentir." Las opciones disponibles

incluían frustración, competitividad, nervios, alegría y estrés. Los resultados correspondientes se ilustran en la Figura 5.

Figura 4. *Gráfica de pastel de respuestas a la pregunta ¿Se presento algún conflicto entre los miembros del equipo para resolver el breakout?.*

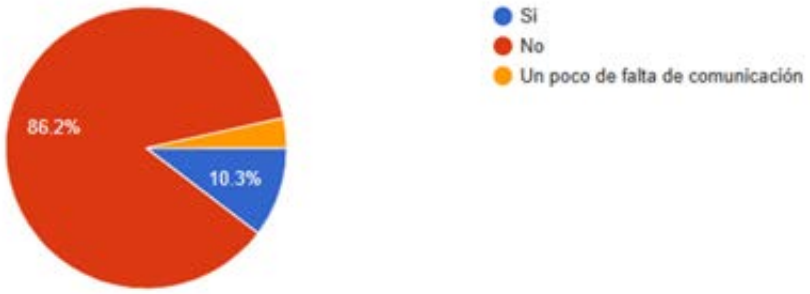
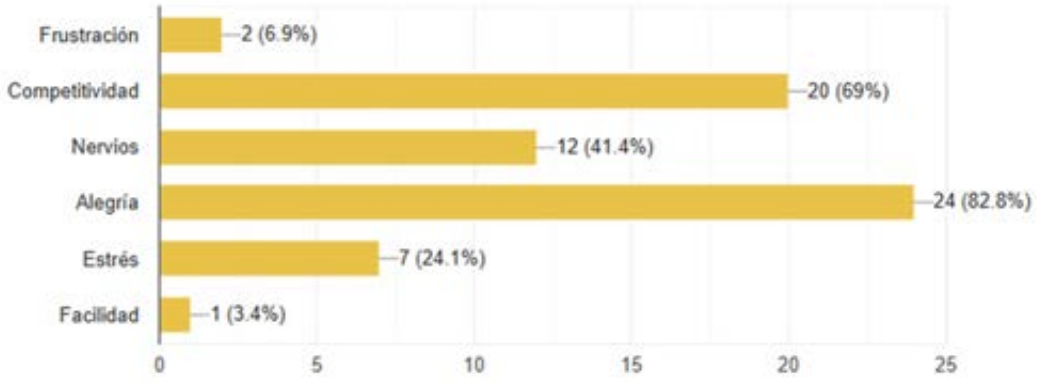


Figura 5. *Gráfica de barras de las respuestas a la pregunta ¿Cómo te sentiste con el uso del breakout para resolver el ejercicio?.*



Los estudiantes tuvieron la libertad de seleccionar las opciones que describieran sus emociones. Las tres emociones más frecuentes, en orden descendente, fueron: alegría (82.8%), competitividad (69%) y nervios (41.4%).

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados del estudio sobre el impacto de la gamificación en estudiantes de ingeniería, específicamente en la asignatura Matemáticas para la Toma de Decisiones del programa Ingeniería en TIC del ITP, a través del uso de un breakout educativo implementado en la plataforma Genially, revela varios hallazgos clave.

En la categoría de Ambiente de trabajo, se observó que el 93% de los estudiantes considera que trabajar en equipo es una tarea fácil, el 100% se sintió en confianza con su equipo, atribuyendo este sentimiento al hecho de que ya conocían a sus compañeros, y el 86.2% afirmó mantener una buena relación con sus compañeros de equipo. Asimismo, el 89.7% de

los alumnos disfrutó participar activamente en la resolución de los retos, de los cuales el 69% asumió el rol de colaborador y el 31% actuó como líder.
En la categoría de Solución de conflictos, el 60% de los estudiantes indicó que su primera reacción ante un problema es buscar una solución, mientras que el 40% manifestó experimentar estrés o nervios ante esta situación. Un 86.2% reportó que no se presentaron conflictos entre los miembros del equipo, el 10.3% señaló que sí hubo conflictos y el 3.5% mencionó la existencia de una ligera falta de comunicación.

En lo que respecta a la categoría de Motivación, todos los estudiantes coincidieron en que el uso del breakout educativo para resolver el ejercicio fue una experiencia divertida. Describieron esta actividad con adjetivos como diferente, dinámica y didáctica. Además, las emociones más comunes experimentadas por los participantes fueron alegría (82.8%), competitividad (69%) y nervios (41.4%).

Los resultados indican que el breakout educativo es una estrategia efectiva, ya que promueve la colaboración y la integración entre los estudiantes. Además, se evidencia un aumento significativo en la motivación y el compromiso de los participantes durante su implementación, consolidándose como una herramienta pedagógica de gran valor en la formación de futuros ingenieros.

BIBLIOGRAFÍA

Educación 3.0. (2020). *Gamificación: 27 herramientas que te engancharán*. Educación 3.0. https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/herramientas-gamificacion-educacion/

Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la investigación : guía para la comprensión holística de la ciencia*. Quirón Ediciones.

Nieto Yáñez, A. D., Hernández Báez, I. Y., López Díaz, R. E., & León Sosa, S. E. (2020). Plataforma educativa para apoyar la implementación de gamificación en un curso de licenciatura. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, pp. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/699

Soler Ortiz, S., & Rosser Limiñana, P. (2023). Uso del *breakout* educativo para la percepción del aprendizaje en el alumnado de enseñanza superior: Estudio de caso sobre el mito de la Navidad. *Revista Científica Disciplinares*, 2(1). https://doi.org/10.71727/disciplinares.v2i1.245

Unidad de Medios y Contenidos Audiovisuales (UMCA), Instituto Federal de Telecomunicaciones. (2024). *Reporte especial: Estado del gaming en México 2023*. https://somosaudiencias.ift.org.mx/archivos/6_INFORME_Videojuegos_2023.pdf

Werbach, K., y Hunter, D. (2012). *For the win. How game thinking can revolutionize your business.* Wharton Digital Press.

ANÁLISIS DEL ABANDONO Y LA ABSORCIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR: CASO DE ESTUDIO

ANALYSIS OF DROPOUT AND ABSORPTION IN HIGHER EDUCATION: CASE STUDY

J. Pérez Escamilla [1]
L. Mendoza Guzmán[2]
C. A. Martínez Calva[3]
R. Porras Muñoz[4]

RESUMEN

Los institutos descentralizados del Tecnológico Nacional de México (TecNM) son cruciales al ofrecer programas que responden a las demandas del mercado laboral. Para evaluar su rendimiento, se consideran indicadores como las becas, el abandono escolar y la matrícula. Este estudio combina enfoques cuantitativos y cualitativos, utilizando datos del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) durante 2024-2025. A pesar del crecimiento de la población objetivo, se observa una disminución en la cobertura educativa, lo que refleja desafíos en la absorción y retención de estudiantes. La retención varía según los programas, sugiriendo la necesidad de ajustes para mantener su relevancia. Aunque la matrícula total ha mostrado ligeras fluctuaciones, algunos programas han visto un aumento en el interés, mientras que otros enfrentan descensos preocupantes. La investigación enfatiza la urgencia de implementar estrategias más efectivas para la captación y retención de estudiantes, así como la evaluación y ajuste de los programas educativos. Esto se apoya en análisis de correlación y predictivos que buscan optimizar los resultados.

ABSTRACT

The decentralized institutes of the Tecnológico Nacional de México (TecNM) are crucial in offering programs that respond to the demands of the labor market. To evaluate their performance, indicators such as scholarships, dropout and enrollment are considered. This study combines quantitative and qualitative approaches, using data from the Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) during 2024-2025. Despite the growth of the target population, a decrease in educational coverage is observed, reflecting challenges in student absorption and retention. Retention varies across programs, suggesting the need for adjustments to maintain relevance. Although overall enrollment has shown slight fluctuations, some programs have seen an increase in interest, while others face worrisome declines. The research emphasizes the urgency of implementing more effective strategies for student recruitment and retention, as well as evaluation and adjustment of educational programs. This is supported by correlation and predictive analyses that seek to optimize results.

ANTECEDENTES

El estado actual de la educación en México enfrenta diversos desafíos, especialmente en el ámbito de la educación superior. Esta etapa educativa es fundamental para el desarrollo del país, ya que no solo contribuye a la formación de capital humano calificado, sino que también impulsa la innovación y el crecimiento económico. Los institutos descentralizados del Tecnológico Nacional de México (TecNM) desempeñan un papel crucial en este contexto, ofreciendo programas académicos que responden a las necesidades del mercado laboral promoviendo la educación técnica y profesional. Según el informe de la ANUIES (2012), el

[1]Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. javierperez@itsoeh.edu.mx
[2]Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. lmendozag@itsoeh.edu.mx
[3]Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. camartinezc@itsoeh.edu.mx
[4]Directivo de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Oriente del Estado de Hidalgo. rporras@itsoeh.edu.mx

TecNM ha implementado diversas estrategias para combatir la deserción escolar y mejorar la calidad educativa, lo que resalta su importancia en el sistema educativo mexicano.
La Encuesta de la SEP 911, parte del Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED), busca ofrecer una visión integral del sistema educativo mexicano al recopilar datos sobre matrícula escolar, rendimiento académico, trayectoria educativa, formación docente y recursos escolares. Esto dato es fundamental para entender las dinámicas educativas y asegurar el derecho a una educación equitativa, permitiendo a las autoridades y la sociedad identificar áreas de mejora y diseñar políticas públicas adecuadas (Gob-Sep, 2023). También debe incluir información sobre estudiantes, docentes y escuelas, analizando matrícula, rendimiento, formación y recursos disponibles. Este enfoque integral facilita un análisis exhaustivo de la situación educativa y permite decisiones informadas para mejorar el sistema (Gob-Sep, 2025).

La beca se considera un mecanismo clave para facilitar el acceso a la educación, especialmente para estudiantes de bajos recursos, lo que puede ayudar a reducir el índice de deserción o abandono en la educación. Según un estudio realizado por la OCDE (2021), las becas han demostrado tener un impacto positivo en la asistencia escolar y en la permanencia de los estudiantes, lo que es crucial para mejorar el acceso educativo. Por otro lado, el abandono escolar es un indicador crítico que refleja la deserción de estudiantes, lo que puede estar relacionado con factores económicos y sociales. Comprender las causas del abandono resulta vital para implementar estrategias que fomenten la retención y el éxito académico (Rochin Berumen, 2021). Finalmente, la matrícula proporciona datos sobre el número de estudiantes inscritos, lo que es fundamental para planificar recursos y políticas educativas adecuadas, permitiendo a las autoridades diseñar e implementar políticas que mejoren la calidad y el acceso a la educación en México (Pérez Hernández, 2023).

La matrícula, como uno de los indicadores esenciales para evaluar la efectividad del sistema educativo, sugiere que un sistema robusto se relaciona con una alta tasa de absorción (Pérez Hernández, 2023). La cobertura mide el porcentaje de población que accede a distintos niveles educativos, lo que es fundamental para evaluar la equidad en el acceso y la efectividad de las políticas educativas; una alta cobertura indica que un mayor número de jóvenes recibe educación, lo cual es esencial para el desarrollo del país (OECD, 2023).

Los proyectos de investigación son iniciativas que buscan abordar problemáticas específicas dentro del contexto educativo y profesional, y evaluar su impacto es esencial para entender su eficacia y contribuir a la mejora continua del sistema (Jácome, Tinoco y Meza, 2024).
La transformación educativa en México es impulsada por la necesidad de adaptar el sistema a los retos del siglo XXI, donde la digitalización desempeña un papel crucial. Este cambio no solo implica la incorporación de tecnología en el aula, sino también una revisión de los métodos de enseñanza y evaluación. Según un estudio de la UNESCO (2023), la integración de tecnologías digitales puede mejorar la calidad de la educación, permitiendo un aprendizaje más personalizado y accesible, lo que, a su vez, puede impactar positivamente en la matrícula y la retención de estudiantes.

La metodología empleada en este estudio es de enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una comprensión integral del porcentaje de retención, rezago y deserción, así como de los indicadores mencionados. La investigación

cuantitativa se centra en la recolección y análisis de datos numéricos, lo que permite identificar patrones y establecer relaciones entre diferentes variables, como la matrícula, el rendimiento académico y la deserción escolar. Según "The SAGE Handbook of Qualitative Research", este enfoque permite evaluar teorías a través de datos empíricos y facilita la comparación entre grupos (Denzin & Lincoln, 2018).

Además, se incorporará un enfoque cualitativo para profundizar en las experiencias de estudiantes y docentes, lo que permitirá entender las dinámicas subyacentes que afectan el rendimiento académico y la retención. Esto se llevará a cabo mediante entrevistas y grupos focales, buscando captar la profundidad de las experiencias humanas que los datos cuantitativos pueden no reflejar adecuadamente. La combinación de ambos enfoques enriquecerá la investigación, ofreciendo una visión más completa del objeto de estudio y permitiendo la formulación de recomendaciones basadas en evidencia para mejorar la situación educativa en la institución.

La importancia de este estudio radica en su capacidad para generar información útil que contribuya a la toma de decisiones informadas en el ámbito educativo, alineándose con las estrategias del Tecnológico Nacional de México para combatir la deserción escolar y mejorar la calidad educativa (SEP, 2023).

METODOLOGÍA

La investigación se basa en un enfoque mixto, que combina métodos cuantitativos y cualitativos para analizar los fenómenos relacionados con la educación superior en el Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH). Este enfoque permite una comprensión integral de los problemas de retención, cobertura y deserción estudiantil, así como la identificación de estrategias para mejorar la calidad educativa.

Fase 1: Recolección de Datos: Se recopila datos cuantitativos y cualitativos de diversas fuentes para garantizar la robustez del análisis. Los datos incluyen:

- Indicadores cuantitativos: matrícula total por programa educativo, tasa de cobertura (relación entre matrícula y población objetivo de 18 a 22 años), tasa de deserción por programa educativo, número de becas otorgadas y su distribución por género, financiamiento y número de proyectos de investigación, evolución del personal docente (total y por nivel de formación).
- Indicadores cualitativos: causas de deserción reportadas por estudiantes (problemas económicos, académicos, personales, entre otros), expectativas de los estudiantes respecto a los programas educativos.

Fase 2: Análisis de Datos: El análisis de datos se realiza en dos niveles: descriptivo y predictivo.

- Análisis Descriptivo: Se utiliza técnicas estadísticas para resumir y visualizar los datos. Se generan tablas y gráficas que muestran tendencias en matrícula, cobertura, deserción y absorción y finalmente se calcularon correlaciones entre variables clave (por ejemplo, deserción y problemas económicos).
- Análisis Predictivo: Se aplica modelos de series temporales, específicamente el algoritmo SARIMA (Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average), para

pronosticar la deserción y la absorción en los próximos años académicos.

RESULTADOS

Para el caso de estudio, es importante tener presente que el indicador de cobertura o absorción se calcula de manera diferente. En el caso de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de Hidalgo, la cobertura se determina considerando a la población objetivo, es decir, los jóvenes en edad de 18 a 22 años en los municipios de Mixquiahuala de Juárez, Progreso de Obregón, Tezontepec de Aldama, Tlahuelilpan, Francisco I. Madero, Tlaxcoapan y Chilcuautla, en relación con el número de estudiantes inscritos, la fórmula es:

$$Cobertura\ de\ educación\ superior_n = (Matrícula\ total_n \ / Población\ 18\ a\ 22_n) * 100$$

Como parte de los resultados se encuentra una tendencia preocupante en la retención estudiantil con respecto a la matrícula total y la cobertura de educación superior entre 2019 y 2025. A lo largo de los años, la matrícula total muestra una ligera disminución, pasando de 2,671 en 2019-2020 a 2,576 en 2023-2024. Este descenso es más notable en el contexto de una población de jóvenes de 18 a 22 años en aumento, lo que sugiere que, a pesar de haber más jóvenes en edad de formarse, la cobertura de educación superior decrece, alcanzando un 12.73% en 2024-2025. Este fenómeno podría indicar un aumento en el abandono escolar o dificultades en la absorción de nuevos estudiantes, lo que es crucial abordar para mejorar la retención y fomentar una mayor inclusión en la educación superior. La Tabla 1 describe estos datos.

El análisis de la matrícula en los diferentes programas de ingeniería entre 2019 y 2025 muestra tendencias significativas que reflejan tanto la apertura de nuevos programas como la necesidad de mejorar la retención estudiantil. Aunque la matrícula total aumentó inicialmente, alcanzando su punto máximo de 807 en 2022-2023, se observa un descenso notable a 670 en 2024-2025. Esto coincide con la apertura de programas mixtos, como Ingeniería Industrial y Sistemas Computacionales, que, a pesar de atraer algunos estudiantes, no compensan la baja en programas más tradicionales, como Ingeniería Industrial y en Industrias Alimentarias, que han experimentado caídas drásticas. La cobertura de educación superior, que disminuye en este contexto, resalta la urgencia de implementar estrategias efectivas para retener a los estudiantes y optimizar la absorción en los nuevos programas, asegurando así un futuro más sostenible para la educación superior en la región, como muestran los datos de la Tabla 2.

Tabla 1. *Histórico de Cobertura.*

Ciclo Escolar	Hombres	Mujeres	Matrícula Total	Población 18	Cobertura
2019-2020	1523	1148	2671	18382	14.53%
2020-2021	1460	1200	2660	19128	13.91%
2021-2022	1396	1237	2633	19525	13.49%
2022-2023	1389	1255	2644	20038	13.19%
2023-2024	1371	1205	2576	20128	12.80%
2024-2025	1379	1232	2611	20516	12.73%

Tabla 2. *Inscripciones.*

Programa/Periodo	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ingeniería Industrial	181	158	169	131	97	127
Ingeniería en Industrias Alimentarias	78	74	61	65	48	38
Ingeniería Electromecánica	63	94	93	77	61	56
Ingeniería en Sistemas Computacionales	91	89	78	97	109	86
Ingeniería en Gestión Empresarial	75	65	90	88	63	85
Arquitectura	130	165	162	144	133	129
Ingeniería en TIC's	47	30	46	64	65	33
Ingeniería en Logística	55	50	50	62	46	47
Ingeniería en Gestión Empresarial Mixta	24	30	35	35	43	18
Ingeniería Industrial Mixta	-	-	-	27	40	36
Ingeniería en Sistemas Computacionales Mixta	-	-	-	17	15	15
Totales	744	755	784	807	720	670

El análisis de las causas de deserción entre 2019 y 2024 revela patrones preocupantes. La categoría de "sin causa conocida" disminuye de 428 a 278, lo que sugiere esfuerzos por entender mejor la deserción. Sin embargo, el "incumplimiento de expectativas" y los "problemas económicos" aumentan, con 9 casos reportados en 2023-2024. Además, la reprobación crece de 5 a 17 casos, indicando que el rendimiento académico es un factor crítico. La estabilidad en el cambio de institución y residencia sugiere que los estudiantes podrían estar más decididos a permanecer, a pesar de enfrentar diversos desafíos. Esto resalta la necesidad de intervenciones específicas para mejorar la retención estudiantil, como muestran los datos de la Tabla 3.

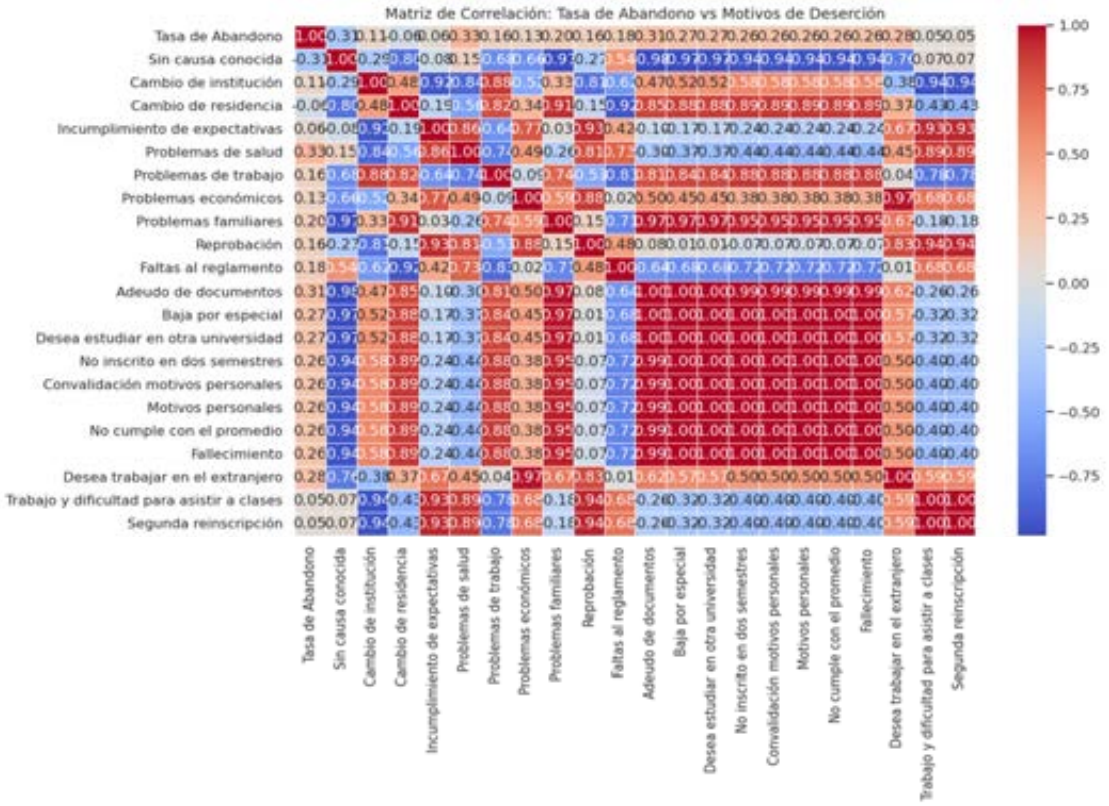
El análisis de la matriz de correlación revela que los problemas de salud (0.332) y la reprobación (0.158) son disparadores significativos de la deserción estudiantil, indicando que los estudiantes con dificultades en estas áreas son más propensos a abandonar. Además, el adeudo de documentos (0.311) y los problemas económicos (0.126) también influyen en esta decisión. Los motivos personales y la baja por especial muestran una correlación perfecta, sugiriendo que las decisiones académicas son determinantes. Estas correlaciones destacan la complejidad de la deserción, donde múltiples factores interactúan y afectan la trayectoria de los estudiantes. No se consideraron aquellos abandonos en donde no se especificó la causa. La Figura 1, resume las relaciones que existen entre las distintas columnas de la Tabla 3.

Tabla 3. *Causas de deserción.*

CAUSA/CICLO	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023	2023-2024
Sin causa conocida	428	422	403	191	278
Cambio de institución (otro subsistema)	14	23	20	21	0
Cambio de residencia	4	1	0	5	1
Incumplimiento de expectativas	4	2	3	3	5
Problemas de salud	1	0	4	1	5
Problemas de trabajo	2	2	2	4	0
Problemas económicos	4	2	1	8	9
Problemas familiares	6	1	2	15	5
Reprobación	5	5	5	9	17
Faltas al reglamento	0	1	1	0	1
Adeudo de documentos	0	0	2	32	5
Baja por especial	0	0	0	36	3
Desea estudiar una licenciatura en otra	0	0	0	36	3
No inscrito en los dos semestres inmediatos	0	0	0	13	0
Convalidación motivos personales	0	0	0	4	0
Motivos personales	0	0	0	2	0
No cumple con el promedio	0	0	0	1	0
Fallecimiento	0	0	0	1	0
Desea trabajar en el extranjero	0	0	0	1	1
Trabajo y me es difícil venir a clases	0	0	0	0	1
Segunda reinscripción	0	0	0	0	2

Además, se otorgaron 862 becas en diversos programas, destacando un enfoque en la inclusión, con un total de 345 hombres y 517 mujeres beneficiados. En términos de investigación, el instituto cuenta con 30 proyectos, con un financiamiento total de $3,749,642.02, que destacan por su enfoque en la innovación y el desarrollo sostenible, proyectos en los que se hacen partícipes a estudiantes a quienes seguramente se fomenta el sentido de pertenencia al instituto, ayudando de esta manera a disminuir la deserción. Por último, la evolución del personal docente ha sido positiva, con un aumento de 117 a 153 docentes entre 2015 y 2025, y un incremento en el número de docentes con maestría, lo que sugiere un compromiso con la mejora continua de la calidad educativa, principalmente en el reajuste de las actividades de enseñanza como producto de las capacitaciones pedagógicas y profesionales.

Figura 1. *Matriz de correlación de causas de abandono.*



Otro de los hallazgos, para las proyecciones en términos del abandono, mediante el algoritmo de SARIMA, refleja que cinco programas se mantienen en disminución (Ing. Industrial, Ing. Electromecánica, Ing. Logística, Ing. Industrial Mixta e Ing. en Gestión Empresarial), mientras que tres se mantienen al alza (Ing. Industrias Alimentarias, Ing. en TIC's e Ing. En Gestión Empresarial Mixta, Ing. en Sistemas Computacionales, Arquitectura). Los programas Faltantes (Ing. Industrial Mixta e Ingeniería Civil no presentan datos a la fecha). La Figura 2 Abandono escolar por programa educativo, muestra los resultados.

La Figura 3 Abandono vs Absorción, presenta la evolución del Total de Abandono y Total de Absorción en los años académicos de 2019-2020 a 2023-2024, incluyendo un pronóstico para 2024-2025. La línea azul, que representa el Total de Abandono, muestra fluctuaciones con un pico en 2019-2020 (alrededor del 20%) y un aumento notable en 2021-2022 (30%). Sin embargo, desde 2022-2023, el abandono disminuye, alcanzando su punto más bajo en 2023-2024 (10%). El pronóstico sugiere que esta tendencia se mantendrá en el próximo año. Por otro lado, la línea verde refleja un crecimiento constante en el Total de Absorción, pasando de 15 en 2019-2020 a 22 en 2023-2024. Este incremento indica que, a pesar de las fluctuaciones en el abandono, la institución mejora en la retención y captación de estudiantes. El pronóstico también anticipa un aumento continuo en la absorción.

Figura 2. *Abandono escolar por programa educativo.*

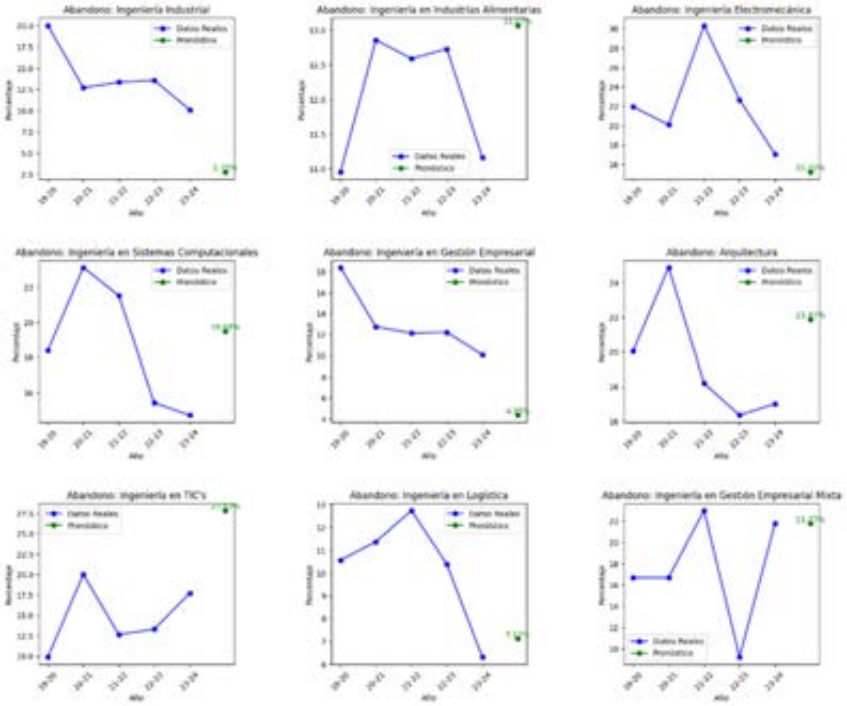
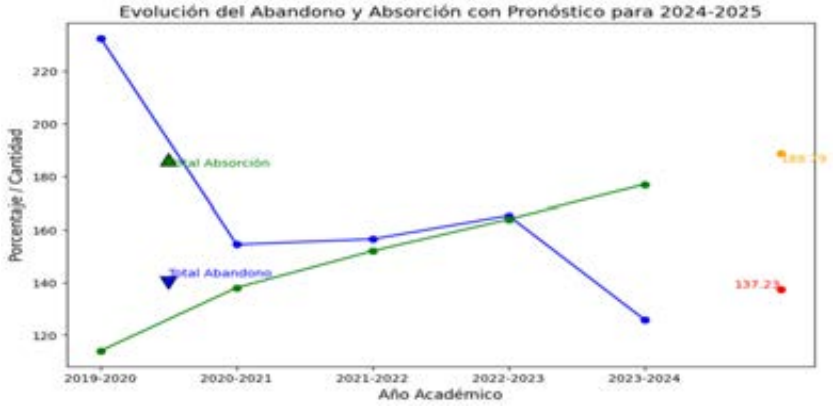


Figura 3. *Abandono vs Absorción.*



CONCLUSIONES

El estudio combina enfoques cualitativos y cuantitativos, lo que permite una comprensión profunda de los contextos educativos y la validación de hallazgos a través de datos medibles. Esta metodología mixta enriquece la investigación, ofreciendo una visión integral de los desafíos y oportunidades en la educación superior, principalmente en el análisis del abandono y absorción en la educación superior.

Los resultados revelan variaciones significativas en la retención estudiantil. Programas como Ingeniería Industrial y Sistemas Computacionales experimentan caídas alarmantes, con una reducción del 50% en la retención de Ingeniería Industrial entre 2019 y 2024. Aunque la matrícula se mantiene estable, la cobertura educativa disminuye, lo que refleja un aumento

en el abandono escolar y dificultades en la absorción de nuevos estudiantes. El análisis correcto de los datos mencionados, deben ser utilizados para la correcta toma de decisiones y formular nuevos desafíos y estrategias.

Para abordar estos desafíos, resulta fundamental implementar estrategias concretas. La práctica recomendable es desarrollar programas de tutoría para estudiantes en riesgo de deserción, así como campañas de marketing digital dirigidas a jóvenes de 18 a 22 años. Además, un análisis detallado del mercado laboral permitirá ajustar la oferta educativa a las necesidades actuales, mejorando la captación y retención de estudiantes.

Aunque se logran avances, como el crecimiento del personal docente y la inversión en investigación, los desafíos en cobertura y retención requieren atención inmediata. La revisión a nivel estatal de indicadores como el abandono escolar permitirá identificar tendencias y diseñar políticas educativas más efectivas.

En los primeros años, el abandono era relativamente alto en comparación con la absorción, lo que podría indicar problemas de retención o deserción. A partir de 2022-2023, el abandono disminuye significativamente, mientras que la absorción sigue aumentando. Esto sugiere que las estrategias implementadas para reducir el abandono y aumentar la retención están teniendo un efecto positivo. El pronóstico para 2024-2025 indica que esta tendencia positiva continuará, con un abandono bajo y una absorción en aumento. Sin embargo, como revelan los datos provistos de la Tabla 2, la apertura de nuevos programas educativos permite mantener la matrícula por arriba de 2500 estudiantes.

La investigación destaca la necesidad de un enfoque proactivo y multidimensional para enfrentar los desafíos en la retención estudiantil en la educación superior. A pesar de las caídas alarmantes en la retención de programas específicos, se observa un cambio alentador en las tendencias, con una disminución del abandono y un incremento en la absorción de nuevos estudiantes. Estas dinámicas sugieren que las estrategias implementadas están comenzando a dar resultados. Los programas de apoyo, la adaptación de la oferta educativa a las demandas del mercado laboral y la implementación de políticas educativas basadas en datos serán cruciales para asegurar un futuro sostenible y exitoso para la matrícula estudiantil. Con un pronóstico optimista para 2025-2026, es fundamental mantener el impulso y seguir innovando en las estrategias de retención y captación, garantizando así que la educación superior permanezca accesible y relevante para todos los estudiantes.

En este contexto, el desarrollo de un sistema interinstitucional que capture datos de cada instituto de educación superior permite estandarizar la información para su integración en un sistema de gestión y toma de decisiones. Donde el uso de la analítica de datos, cubos dimensionales, columnas pivote y algoritmos de proyección o estimación, permitirá la oportuna intervención de las autoridades educativas a nivel local y a nivel estatal o federal. Las acciones desarrolladas tendrán un sustento estadístico y más regionalizado.

BIBLIOGRAFÍA

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2012). *Inclusión con responsabilidad social: Elementos de diagnóstico y propuestas para una nueva generación de políticas de educación superior*. ANUIES.

https://www.ses.unam.mx/curso2012/pdf/ANUIES_inclusion.pdf

ANUIES (2012). Inclusión con responsabilidad social. Una nueva generación de políticas de educación superior. México: ANUIES.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE Handbook of Qualitative Research*. SAGE Publications.

Gob-Sep. (2025). SIGED - Sistema de Información y Gestión Educativa. Secretaría de Educación Pública. https://www.gob-sep.org/siged/

Jácome, G. A., Tinoco, V. M., & Meza, B. S. H. (2024). impacto de las competencias profesionales en estudiantes participantes en proyectos de investigación. anfei Digital, (16), 820-820.

Pérez Hernández, C. C., Moheno Mendoza, J., & Salazar Hernández, B. C. (2019). Análisis estadístico de la capacidad de absorción en México y su influencia en la generación de conocimiento tecnológico. Innovar, 29(72), 41-58.

OECD. (2023). Education at a Glance 2023: OECD Indicators. https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/

Secretaría de Educación Pública. (2023). Becas y apoyos para estudiantes. https://www.gob-sep.org/becas/

Rochin Berumen, F. L. (2021). Deserción escolar en la educación superior en México: revisión de literatura. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 11(22).

UNESCO. (2023). Transforming education with digital learning. https://www.unesco.org/sdg4education2030/en/articles/transforming-education-digital-learning

OCDE. (2021). *Education at a Glance 2021: OECD Indicators.* https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/

MODELIZACIÓN MATEMÁTICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN INGENIERÍA: UN ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

MATHEMATICAL MODELING AS A DIDACTIC STRATEGY IN ENGINEERING: A BIBLIOGRAPHIC ANALYSIS

I. M. Salinas Reyna[1]
C. E. Villarreal Rodríguez[2]
C. Mercat[3]
M. Hinojosa Rivera[4]

RESUMEN

La enseñanza de las matemáticas es crucial en la formación de ingenieros para un contexto global, sin embargo, existe una desconexión entre la teoría matemática y su aplicación práctica en el ejercicio profesional. Este estudio es parte de una colaboración entre la Universidad Claude Bernard de Francia y la Universidad Autónoma de Nuevo León, para investigar qué estrategias didácticas pueden mejorar esta problemática. Mediante un análisis documental, se identificó el modelaje matemático como la estrategia más comúnmente recomendada por los autores revisados. Además, se destacan praxeologías que muestran la relevancia de comprender las matemáticas más allá de una simple herramienta. Se identifican también variables para mejorar la enseñanza, como vincular contenidos y fomentar la confianza estudiantil. El estudio concluye que, para optimizar la formación de ingenieros, es fundamental integrar metodologías activas como la modelización con un enfoque interdisciplinario, lo que propiciará una enseñanza más efectiva y conectada con retos contemporáneos en la ingeniería. Estas estrategias no solo buscan mejorar el aprendizaje académico, sino que también preparan a los nuevos ingenieros para las retos actuales y futuros en campos como electromovilidad, energías renovables, industria inteligente, y computación cuántica, entre otros

ABSTRACT

Mathematics teaching is crucial in the training of engineers for a global context; however, there is a disconnect between mathematical theory and its practical application in professional practice. This study is part of a collaboration between Claude Bernard University in France and the Autonomous University of Nuevo León to investigate which teaching strategies can address this issue. Through a documentary analysis, mathematical modeling was identified as the most recommended strategy by the reviewed authors. Furthermore, praxeologies are highlighted that demonstrate the importance of understanding mathematics beyond a simple tool. Variables for improving teaching are also identified, such as linking content and fostering student confidence. The study concludes that, to optimize the training of engineers, it is essential to integrate active methodologies such as modeling with an interdisciplinary approach, which will foster more effective teaching connected to contemporary challenges in engineering. These strategies not only seek to improve academic learning but also prepare new engineers for current and future challenges in fields such as electromobility, renewable energy, smart industry, and quantum computing, among others.

ANTECEDENTES

Las matemáticas desempeñan un papel fundamental en la formación básica de los ingenieros. No obstante, el reconocimiento de su utilidad y su aplicación práctica en el ámbito profesional de los ingenieros sigue siendo un área poco investigada. Se observa una

[1] Profesora y doctorante. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. idalia.salinasry@uanl.edu.mx
[2] Profesor Investigador. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. cesar.villarrealrd@uanl.edu.mx
[3] Profesor Investigador. Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques de Lyon, Université Claude Bernard. christian.mercat@univ-lyon1.fr
[4] Profesor Investigador y Subdirector de Relaciones Internacionales. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL. moises.hinojosarv@uanl.edu.mx

desconexión entre la enseñanza teórica en matemáticas y su implementación práctica en el ejercicio profesional de ingeniería.

La enseñanza de las matemáticas en las carreras de ingeniería a menudo se considera solo un contenido obligatorio del currículo del estudiante, sin ser vista como una herramienta práctica en las actividades diarias de los ingenieros. Existe cierta percepción negativa de algunos estudiantes, egresados e inclusive docentes, respecto a las matemáticas y su verdadera utilidad en la vida profesional. No obstante, es necesario tener en claro que la aplicación de las matemáticas es fundamental para modelar y resolver problemas de ingeniería.

El aprendizaje de conceptos, definiciones, teoremas y otras estructuras matemáticas está bien integrado en numerosos programas académicos de ingeniería. Sin embargo, la forma en que se instruyen estas herramientas matemáticas es distinta según cada institución educativa, así como la cultura de cada país. En algunas naciones, se ha identificado un enfoque que favorece la solución mecánica de problemas. Si bien estas competencias pueden contribuir al desarrollo de la precisión técnica, a menudo se pierde la conexión entre las matemáticas y su aplicación en situaciones reales puesto que se carece del saber interpretar los resultados.

Ante esta brecha entre la matemática educativa y las herramientas aplicadas en la vida cotidiana de un ingeniero, se han realizado diversas y variadas estrategias didácticas para buscar esa conexión teórico-práctica. Estas iniciativas como el aprendizaje activo, simuladores, gamificación y el uso de nuevas tecnologías han mejorado el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería. Ejemplo de esto son los trabajos realizados por Mercat (2022a), Mercat (2022b), Rodríguez Gallegos (2017) y Romo Vázquez (2014). A pesar de la creatividad y el trabajo de profesores e investigadores en el desarrollo de estas estrategias didácticas, la percepción de las matemáticas en ingeniería pareciera continuar descontextualizada de casos reales en los lugares de trabajo. (Quéré, 2022)

Considerando un panorama internacional, es bueno tomar en cuenta el liderazgo y pautas que marcan algunas instituciones respecto a las necesidades en ingeniería. La Academia Nacional de Ingeniería (NAE) de los Estados Unidos, publicó una lista de 14 desafíos para la ingeniería en el siglo XXI. Estos retos se pueden clasificar en cuatro temas transversales: sostenibilidad, salud, seguridad y placer de vivir. A continuación, se mencionan estos 14 puntos, los cuales representan también una orientación para la enseñanza de la ingeniería desde las aulas universitarias:

1. Aprendizaje personalizado avanzado
2. Hacer que la energía solar sea económica
3. Mejorar la realidad virtual
4. Ingeniería inversa del cerebro
5. Ingeniería para mejores medicamentos
6. Informática avanzada para servicios de salud
7. Restaurar y mejorar la infraestructura urbana
8. Ciberseguridad
9. Proporcionar acceso a agua potable
10. Proporcionar energía a partir de la fusión
11. Prevenir el terrorismo nuclear
12. Gestionar el ciclo del nitrógeno

13. Desarrollar métodos de secuestro de dióxido carbono
14. Diseñar herramientas para la ciencia

(National Academy of Engineering, 2008). Ante el contexto anterior, la pregunta de investigación de este trabajo es: ¿qué estrategias didácticas pueden mejorar la conexión entre los conceptos teóricos de las matemáticas y su aplicación en la resolución de problemas de ingeniería contemporánea?

La elaboración de este estudio representa un proyecto de colaboración entre la Universidad Claude Bernard (UCBL1) en Francia y la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME), de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Este trabajo es parte de una investigación de un doctorado en cotutela entre dichas universidades, el cual tiene como objetivo analizar las praxeologías matemáticas del ingeniero en su ejercicio profesional, para identificar con esto, formas de optimizar la enseñanza en las escuelas de ingeniería. Es pertinente señalar que este estudio aporta elementos que pueden enriquecer las experiencias, enfoque y recomendaciones en la formación de ingenieros.

Colaboración México – Francia una estrategia para la educación matemática de ingenieros.

En el contexto de este estudio como parte de un proyecto de colaboración entre la UCBL1 y UANL, nos centraremos en analizar autores, estrategias y modelos mexicanos y franceses. A continuación, se presentará una reseña de los trabajos de internacionalización realizados desde hace casi 20 décadas entre la FIME y algunas universidades francesas. Estas colaboraciones representan también antecedentes en la búsqueda de estrategias para mejorar al aprendizaje de matemáticas en las escuelas e instituciones de ingenieros.

Con el objetivo de mejorar la calidad de la educación, la FIME ha buscado la internacionalización de sus programas educativos. Desde principios del siglo XXI, la UANL y el *Institut National des Sciences Appliqueés* (INSA) de Lyon comenzaron una colaboración académica la cual se ha consolidado a través de diversos proyectos como: intercambios de estudiantes y docentes, acuerdos doble titulación, capacitación a docentes y coloquios académicos.

En el intercambio de estudiantes, se identificó que los estudiantes latinos enfrentaban dificultades en matemáticas debido a los distintos enfoques educativos entre Francia y América Latina. Ante este desafío, la UANL y el INSA Lyon impulsaron diversas acciones como el programa AmerINSA, la plataforma eMaths y el intercambio de docentes. Profesores de la FIME han visitado el INSA Lyon para familiarizarse con la pedagogía francesa, y algunos profesores franceses, han impartido capacitaciones a docentes mexicanos, en particular en los años 2017 y 2022.

Por otro lado, se han realizado diversos coloquios académicos, en 2014, 2016 y 2024, sobre matemáticas e ingeniería. Con la participación de expertos académicos y profesionistas de la industria, se han explorado la importancia, didáctica y el rol de las matemáticas para los ingenieros a nivel internacional, no solo en México y Francia, sino en otros países de América Latina como Brasil.

En este proceso de internacionalización, un elemento que sobresale son las diferencias en el modelo francés y el enfoque mexicano de enseñanza matemática en ingeniería. El modelo francés acentúa la teoría, la abstracción y la demostración de los teoremas. Mientras que el enfoque mexicano prioriza la aplicación práctica y la resolución de problemas concretos. Estas diferencias, como se mencionó anteriormente, han significado desafíos en el aprendizaje de los estudiantes de intercambio. Por otro lado, se ha encontrado con esto la oportunidad para mejorar la enseñanza adoptando elementos de ambos modelos. Un modelo híbrido de enseñanza podría implicar una mejor conexión en los conceptos teóricos de las matemáticas y sus aplicaciones reales en los problemas de ingeniería.

Otras colaboraciones han sido publicaciones científicas y tesis de posgrado. Recientemente se concluyó con una tesis doctoral en cotutela, entre la UANL y la L'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Dicha investigación trató sobre un método experimental para calcular la energía superficial de fractura para contribuir a la mitigación del cambio climático (Rodríguez-Villarreal, 2023). Además, como se mencionó, este mismo estudio es parte de las acciones de internacionalización, mediante un nuevo doctorado en cotutela, acerca de las matemáticas efectivas en las actividades de los ingenieros. En este proyecto los autores de esta publicación estamos trabajando como tesista, codirectores e investigadores de apoyo.

METODOLOGÍA

Se realizó un análisis documental de la literatura en donde se identificaron autores que hablan del tema: enseñanza de las matemáticas para ingenieros. En este análisis de la literatura se estudiaron y examinaron escritos científicos como revistas de investigación, tesis de grado y documentos de organismos internacionales, priorizando el contenido de acuerdo con su relevancia temática y la calidad científica.

La búsqueda se realizó principalmente a través de Google Scholar y con apoyo de herramientas de inteligencia artificial para búsqueda de referencias académicas, principalmente Elicit. Para buscar la bibliografía, se utilizaron palabras o frases en español, francés e inglés, por ejemplo: *enseñanza de matemáticas para ingenieros*, *enseignement des mathématiques pour ingénieurs, mathematics teaching for engineers.* Las referencias encontradas se consultaron directamente en la base de datos académica o en el portal de la revista para consultar el archivo original.

Se empleó un enfoque sistemático para organizar y categorizar la información encontrada, lo cual permitió identificar patrones y tendencias en el contenido. Entre los patrones encontrados, se identificó la modelización matemática como una de las estrategias más recomendadas por los autores revisados, destacando su potencial para mejorar la conexión entre la teoría matemática y su aplicación práctica en ingeniería.

Otra tendencia identificada en varios autores fue su fundamento teórico basado en la Teoría Antropológica de la Didáctica (TAD) de Chevallard (2011), la cual estudia la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas desde una perspectiva antropológica, que considera las prácticas y las instituciones en las que se desarrollan. La TAD propone el conocimiento matemático como una praxeología con un bloque práctico, que consiste en tareas (T) y técnicas (τ), que trata de lo "qué se hace" y "cómo se hace". Así como un bloque teórico,

compuesto por tecnologías (θ) y teorías (Θ), que es el "por qué se hace" y que justifican la práctica.

Cabe destacar que, de las publicaciones encontradas en el análisis, al menos dos son autores mexicanos con formación en matemáticas en una universidad francesa, y otros dos son autores franceses expertos en el objeto de estudio. Lo anterior aporta al contexto de aplicación de este estudio, el cual se realiza en un marco de colaboración entre México y Francia.

Finalmente, con los resultados encontrados en el estudio de las referencias bibliográficas, se definieron puntos de comparación para descubrir semejanzas y diferencias. Además, se hizo una colección de los argumentos de mayor valor para el estudio, los cuáles se muestran a continuación.

RESULTADOS

La síntesis de los resultados se muestra en la Tabla 1, en donde se detalla una breve descripción del estudio realizado, su población y las estrategias implementadas. Es interesante observar que en las publicaciones analizadas en todas se menciona la importancia de la modelización matemática en la didáctica de la ingeniería, así como la relación de la matemática con otras áreas como lo son la física, biomedicina, biología, economía o cualquiera en donde se apliquen las matemáticas.

Tabla 1. *Comparación de las publicaciones estudiadas.*

Autores	Descripción del estudio	Población de estudio	Estrategias propuestas				Otras estrategias propuestas
			Modelaje matemático	Simulación	Enseñar matemáticas básicas	Relación con otras áreas	
Doukhan, Gueudet, & Quéré (2024)	Analiza las praxeologías de profesores, a través de entrevistas y análisis de evidencias aplicadas, para identificar los cinco tipos de tareas	Profesores de ingeniería en Francia	sí		sí	sí	* Restaurar la confianza en sus habilidades matemáticas (Tscm) * Fomentar el interés y la participación (Tiem).
Quéré (2017)	Encuesta a egresados de ingeniería y entrevistas semi-dirigidas con 6 de ellos para conocer de qué manera aplican las herramientas matemáticas en sus actividades laborales como ingenieros.	Egresados de ingenierías en Francia	sí		sí	sí	
Rodríguez Gallegos (2017)	Análisis documental de los fundamentos teóricos. Caso de éxito aplicados en ingeniería eléctrica a través de modelación y simuladores	Estudiantes de ingeniería	sí	sí		sí	* Redes de colaboración entre investigadores
Rodríguez Gallegos & Quiroz Rivera (2015)	Caso de éxito aplicados en ingeniería eléctrica a través de modelación y simuladores	Estudiantes de ingeniería	sí	sí		sí	
Romo Vázquez (2014)	Análisis documental de los fundamentos teóricos de la modelización. Caso de éxito con orientación en ingeniería biomédica.	Estudiantes de ingeniería	sí	sí		sí	

A continuación, se presentará el contenido específico, de la bibliografía analizada, que aporta a responder la pregunta de investigación de este trabajo.

Romo Vázquez (2014) reúne en su artículo, la evolución de los fundamentos teóricos de la modelización matemática para ingenieros. Se presenta la modelización como la herramienta matemática más importante de las formaciones profesionales, que no forman futuros matemáticos, como las ingenierías. La autora recapitula como se ha considerado a las matemáticas como una disciplina de servicio, con la potencialidad de ser una herramienta que resuelve de manera eficaz los problemas prácticos, a través de la modelización.

Se identifica también una jerarquía de competencias necesarias para el uso de los modelos matemáticos. El primer nivel es el de la manipulación, relacionado con las matemáticas básicas, usando habilidades algebraicas, sustitución de fórmulas, esencialmente mecánica. En un segundo nivel está la competencia de la interpretación, que es la habilidad de interpretar las formas del modelo, es esencialmente reactiva. La iteración que surge entre la manipulación y la interpretación permite desarrollar el tercer nivel que es la aplicación del modelo. En este último nivel se aplica la interpretación, se hacen recomendaciones, es esencialmente proactiva (Romo Vázquez, 2014).

Por último, Romo Vázquez (2014) plantea diversos cuestionamientos para el diseño de actividades didácticas basadas en la modelización matemática. Por ejemplo: ¿Las competencias de modelización pueden ser tratadas en los cursos de matemáticas de futuros ingenieros? ¿De qué tipo de herramientas teóricas y metodológicas dispone la matemática educativa para diseñar actividades didácticas para una formación de ingenieros? Y muestra después el diseño de una actividad orientada en la ingeniería biomédica.

En un estudio realizado por el matemático Pierre-Vincent Quéré (2017), siguiendo el enfoque según la TAD, se analizaron las necesidades matemáticas praxeológicas que encuentran los ingenieros en su trabajo diario, "en el lugar de trabajo" (*workplace*). El estudio se realizó a través de una encuesta y algunas entrevistas con ingenieros egresados de escuelas francesas. El artículo muestra que las matemáticas no deben considerarse sólo como una "herramienta" (*toolbox*), pues los ingenieros en ocasiones necesitan tener una comprensión del funcionamiento de lo que emplean en su lugar de trabajo.

Los resultados encontrados por Quéré (2017), son clasificados en tres tipos de praxeologías: (1) un tipo general de tarea, como resolver un problema, comunicar, usar técnicas o tecnologías, que involucran elementos matemáticos. Este tipo de tareas generales, mostraron que el rigor, la lógica y una serie de conocimientos básicos de matemáticas (a veces considerados inútiles), son necesarios para el trabajo diario de los ingenieros, y además les permiten comunicarse eficazmente en su entorno laboral. (2) El segundo tipo de praxeología encontrada en el lugar de trabajo son tareas específicas como simulación, modelado, análisis de datos y cálculo, que están directamente relacionadas con técnicas matemáticas. (3) El último tipo, es la combinación de razonamiento y uso. Para un ingeniero, es necesario interconectar una tecnología, o incluso una teoría, a una técnica utilizada en un tipo específico de tarea matemática.

La matemática Ruth Rodríguez (2017), muestra la problemática de la formación de ingenieros desde la perspectiva de la matemática educativa. En su artículo, muestra los esfuerzos elaborados por profesores e investigadores latinoamericanos en el problema de la matemática educativa para estudiantes de ingeniería. Los ejemplos de estrategias aplicadas se centran en la enseñanza de las matemáticas a través de la modelización y simulación.

En una publicación anterior de Rodríguez Gallegos & Quiroz Rivera (2015), se analiza el uso de la modelización matemática para la enseñanza de Ecuaciones Diferenciales a través de circuitos RC (Resistor-Capacitor) y RL (Resistor-Inductor). Además, se detalla la forma en como la tecnología, a través de simuladores, promueve el desarrollo de la modelización matemática en estudiantes de ingeniería.

Si bien Rodríguez Gallegos (2017) y Rodríguez Gallegos & Quiroz Rivera (2015), consideran la TAD, también consideran las obras de Blum y Niss (1991) y Niss, Blum y Galbraith (2007), como parte de su fundamento en cuanto a la modelización matemática, descrita simplemente como la relación entre la situación real o el problema original y las matemáticas.

Entendiéndose por modelo matemático las representaciones gráficas del objeto matemático estudiando, Rodríguez Gallegos (2017) muestra un ciclo de modelización adaptado a la noción de una ecuación diferencial. Dicho planteamiento hace énfasis en desarrollar un modelo pseudo-concreto que sea adecuado al modelo físico y matemático de la problemática que se estudia. Plantea como objetivo que este enfoque de modelaje se realice en diversos fenómenos no matemáticos, que en estudios de ingeniería suele ser la física, pero que también pueden ser otros dominios, como química, biología o economía. La autora hace también énfasis en la necesidad de hacer explícita las conexiones entre las disciplinas que conforman las áreas STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), de manera que se promueva la interconexión entre materias.

En una reciente publicación, Doukhan, Gueudet & Quéré (2024) realizaron un estudio para investigar las praxeologías desarrolladas por los profesores que enseñan matemáticas a no especialistas, por ejemplo, un estudiante de ingeniería. En dicho estudio se definen cinco tipos de tareas, las cuáles se relacionan a las principales dificultades encontradas en los estudiantes al aprender matemáticas. Estos cinco tipos de tareas sugieren variables o factores a considerar en la elaboración de estrategias de enseñanza para mejorar la conexión entre la teoría matemática y su aplicación en la ingeniería. Las variables son: (1) Vincular el contenido matemático con otros contenidos del curso (T_{lmo}), (2) Enseñar modelos matemáticos (T_{mm}), (3) Enseñar matemáticas básicas (T_{bm}), (4) Restaurar la confianza de los estudiantes en sus habilidades matemáticas (T_{scm}) y (5) Fomentar el interés y la participación de los estudiantes en las matemáticas (T_{iem}).

CONCLUSIONES

La enseñanza de las matemáticas en la formación de ingenieros requiere una actualización constante para asegurar su efectividad en la resolución de problemas contemporáneos. A partir de la revisión de la literatura analizada, se han identificado varias estrategias didácticas que pueden mejorar significativamente la conexión entre los conceptos teóricos de las matemáticas y su aplicación en el ámbito profesional de la ingeniería.

En primer lugar, la modelización matemática se establece como una herramienta esencial en la formación de ingenieros. Romo Vázquez (2014) destaca que la modelización no solo actúa como un recurso para resolver problemas prácticos, sino que también permite a los estudiantes desarrollar competencias para la interpretación y aplicación de resultados. Esta progresión es fundamental para que los futuros ingenieros sean capaces de aplicar las herramientas matemáticas a situaciones reales.

Además, el estudio de Quéré (2017) subraya que las matemáticas deben ser vistas más allá de una simple herramienta; es crucial que los ingenieros comprendan el impacto que tienen en el contexto laboral. Las praxeologías identificadas en su investigación revelan que las tareas de los ingenieros sí requieren un dominio sólido de las matemáticas, para lograr interconectar una tecnología o una teoría, a una técnica o tarea en sus actividades laborales.

Por otro lado, el trabajo de Doukhan, Gueudet y Quéré (2024) proporciona un marco práctico al identificar variables clave para mejorar la enseñanza de las matemáticas. Al vincular el contenido matemático con otros cursos, enseñar modelos matemáticos y fomentar la confianza y participación estudiantil, se puede crear un entorno educativo más dinámico y efectivo.

Finalmente, Ruth Rodríguez (2017) resalta la importancia de didácticas como la modelización y simulación para enseñar conceptos matemáticos complejos. Estas metodologías, además de facilitar el aprendizaje, también promueven una interconexión entre disciplinas STEM, lo cual es esencial para abordar problemas multidimensionales en ingeniería.

En conclusión, para mejorar la conexión entre los conceptos teóricos de las matemáticas y su aplicación práctica en ingeniería, es fundamental integrar la modelización matemática y el aprendizaje interdisciplinario. Estas estrategias promueven la comprensión profunda del contenido teórico, alcanzando el desarrollo de competencias de interpretación y aplicación de modelos. Además, son actividades que fomentan un aprendizaje activo y colaborativo. La implementación de estas estrategias no solo ayudará a la formación académica, sino que también les proporcionará competencias para el mundo laboral contemporáneo. Con la aplicación de estas estrategias, los estudiantes de ingeniería tendrán mejor preparación para el entorno profesional que presenta complejos retos en campos con una fuerte base científica y en particular matemática, tales como la computación cuántica, la electromovilidad, la industria inteligente, entre muchas otras. Trabajos como este pueden tener un impacto positivo en la búsqueda de mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nuestros futuros ingenieros

Para terminar, hacemos un agradecimiento a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo a este doctorado. Además, agradecemos al profesor afiliado Guy Athanaze por su orientación en la investigación. Y finalmente, agradecemos a Benjamin Rontard, encargado de cooperación universitaria de la embajada de Francia en México y al Consulado de Francia en Monterrey por los apoyos en la gestión de este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Blum, W. & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modeling, applications, and links to other subjects-State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics, 22(1)*, 37-68. https://link.springer.com/article/10.1007/BF00302716

Chevallard, Y. (2011). Didactique fondamentale. Module 1: Leçons de didactique. Université Aix-Marseille. http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/DFM_2011-2012_Module_1_LD_.pdf

Doukhan, C., Gueudet, G., & Quéré, P. V. (2024). Teaching mathematics to non-specialists at university: a praxeological approach. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 1-20.

Mercat, C. (2022). Case study from Université Claude Bernard, Lyon 1. *Open Education Studies*, 4(1), 120-135. https://doi.org/10.1515/edu-2022-0007

Mercat, C. (2022). Introduction to Active Learning Techniques. *Open Education Studies*, 4(1), 161-172. https://doi.org/10.1515/edu-2022-0010

National Academy of Engineering. (2008). *14 Grand Challenges for Engineering in the 21st Century*. National Academy of Sciences. https://www.engineeringchallenges.org/challenges/16091.aspx

Niss, M., Blum, W. y Galbraith, P. (2007). Introduction. En *ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education* (pp. 3-32). Nueva York, Estados Unidos: Springer.

Quéré, P. V. (2017). French engineers' training and their mathematical needs in the workplace: Interlinking tools and reasoning. In Tenth Congress of the European Mathematical Society for Research in Mathematics Education.

Quéré, P. V. (2022). Bridging the mathematics gap between the engineering classroom and the workplace. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *53*(5), 1190-1212. https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.2014585

Rodríguez Gallegos, R., & Quiroz Rivera, S. (2015). Developing Modelling Competencies Through the Use of Technology. In: Stillman, G., Blum, W., Salett Biembengut, M. (Eds.), *Mathematical Modelling in Education Research and Practice. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp 443–452). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-18272-8_37

Rodríguez Gallegos, R. (2017). Repensando la enseñanza de las matemáticas para futuros ingenieros: actualidades y desafíos. IE Revista de investigación educativa de la REDIECH, 8(15), 69-85.

Rodríguez-Villarreal, O. (2023). A novel experimental method to calculate the fracture surface energy of geothermal bedrocks in realistic temperature conditions, as a contribution to climate change mitigation. (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). http://eprints.uanl.mx/26998/1/1080312833.pdf

Romo Vázquez, A. (2014). La modelización matemática en la formación de ingenieros. Educación matemática, 314-338.

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DEL USO DE IA GENERATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS DISCRETAS

EVALUATION OF THE FEASIBILITY OF USING GENERATIVE AI FOR TEACHING DISCRETE MATHEMATICS

J. A. García Suárez[1]
A. Rodríguez García[2]

RESUMEN

Ante los avances recientes en los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLMs), las instituciones educativas han mostrado un creciente interés en su integración dentro de las actividades académicas. Sin embargo, el uso de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la educación presenta tanto oportunidades como desafíos. En este trabajo, se realiza una evaluación cuantitativa sobre la viabilidad de incorporar IAG en la enseñanza de la asignatura Matemáticas Discretas dentro de la licenciatura en Ingeniería en Computación. Para ello, se llevó a cabo una comparación del desempeño de ChatGPT 3.5, Gemini 1.5 y estudiantes de la licenciatura en la resolución de ejercicios sobre Teoría de Conjuntos. La selección de ejercicios fue categorizada según las habilidades requeridas para su resolución y el tipo de respuesta esperada. Los resultados revelan diferencias significativas entre el desempeño de los estudiantes y los LLMs, dependiendo de la categoría del ejercicio, y evidencian que existen preguntas que los modelos aún no pueden responder con precisión. Esto sugiere que su incorporación en el aula podría conllevar riesgos de imprecisión que deben ser considerados.

ABSTRACT

Given the recent advancements in large language models (LLMs), educational institutions have shown a growing interest in integrating them into academic activities. However, the use of Generative Artificial Intelligence (GenAI) tools in education presents both opportunities and challenges. This study conducts a quantitative assessment of the feasibility of incorporating GenAI into the teaching of the Discrete Mathematics course within the Computer Engineering undergraduate program. To this end, a performance comparison was carried out between ChatGPT 3.5, Gemini 1.5, and undergraduate students in solving exercises on Set Theory. The selected exercises were categorized based on the skills required for their solution and the expected type of response. The results reveal significant differences in performance between students and LLMs, depending on the exercise category, and highlight that there are questions that LLMs are still unable to answer accurately. This suggests that their integration into the classroom may pose accuracy risks that must be carefully considered.

ANTECEDENTES

La llegada de ChatGPT a finales de 2022 representó un nuevo hito en la Inteligencia Artificial. Los avances significativos que mostraba en su funcionamiento lo convirtieron en un éxito instantáneo que puso en la mira de la sociedad el potencial y las posibles aplicaciones de los modelos de lenguaje de gran tamaño (LLMs, por sus siglas en inglés) y de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en general. Desde entonces, se ha entrado en una etapa de avances vertiginosos, en la que sistemas como ChatGPT, Gemini y DeepSeek compiten arduamente por ofrecer los mejores resultados. Kumar (2024) presenta una revisión de los LLMs y examina su aplicación en distintos campos, como generación de texto, aprendizaje personalizado, biomedicina y generación de código.

[1] Egresado. Ingeniería en Computación. Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM. josesuarez76@aragon.unam.mx
[2] Profesor de Carrera. Ingeniería en Computación. Facultad de Estudios Superiores Aragón. UNAM. arturorodriguez35@aragon.unam.mx

En el contexto educativo, ha surgido gran interés por todas las oportunidades y riesgos que pueden tener el uso de LLMs (Kasneci *et al.*, 2023). Estos sistemas pueden usarse como fuente de información para los alumnos, ayudar a los profesores en la generación automática de exámenes, rúbricas, planeaciones didácticas, así como calificaciones y retroalimentaciones de exámenes y tareas. Holmes y Miao (2023) exploran su uso creativo en el diseño curricular, la enseñanza y el aprendizaje. Montenegro-Rueda *et al.* (2023) concluyen a partir de una revisión de la literatura que el uso de ChatGPT en el entorno educativo tiene un impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, también se ha puesto sobre la mesa los riesgos de su uso: la falta de precisión en algunas de sus respuestas, el fenómeno de las alucinaciones en los modelos de IA (Huang *et al.*, 2024), el efecto que tiene en incurrir en plagio (Haiqiong y Hoiio, 2024), así como la dependencia excesiva hacia las nuevas tecnologías.

Una cuestión más específica es si los impresionantes resultados en procesamiento de lenguaje natural de estos sistemas pueden extenderse al razonamiento matemático. En el contexto educativo, esto plantea la duda de si el uso de estas herramientas en asignaturas del área de matemáticas puede tener un impacto tan significativo como en otras áreas de conocimiento. Frieder *et al.* (2024) investigan las capacidades matemáticas de dos versiones de ChatGPT y de GPT-4 y concluyen que pueden usarse con éxito para consultar hechos, pero que su desempeño matemático está muy por debajo del nivel de un estudiante de posgrado.

Dao y Le (2023) estudian las habilidades matemáticas de ChatGPT al responder preguntas de opción múltiple del Examen Nacional de Graduación de Secundaria de Vietnam (VNHSGE) y muestran que el desempeño varía según el nivel de dificultad y el tema, teniendo un desempeño notable en funciones exponenciales y logarítmicas, progresión geométrica y progresión aritmética, pero dificultades en derivadas y geometría espacial. Wardat *et al.* (2023) evalúan la experiencia del usuario en escenarios educativos de matemáticas y concluyen que ChatGPT carece de una comprensión profunda de la geometría y no puede corregir eficazmente conceptos erróneos. Plevris, Papazafeiropoulos y Jiménez Rios (2023) evalúan las habilidades matemáticas y lógicas de ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 y Google Bard con un conjunto de 30 preguntas y concluyen que proporcionan soluciones precisas para operaciones aritméticas simples, expresiones algebraicas y acertijos lógicos básicos, pero en problemas complejos las respuestas son poco confiables a pesar de parecer convincentes.

En este trabajo de investigación se realizará un estudio cuantitativo para evaluar la viabilidad de usar LLMs en la enseñanza de la asignatura de Matemáticas Discretas en la licenciatura de Ingeniería en Computación del plan de estudios de la Facultad de Estudios Superiores Aragón, la cual se imparte en el cuarto semestre. Se busca realizar una evaluación objetiva sobre la precisión que tienen las respuestas proporcionadas por LLMs, con el propósito de determinar si es correcto incluir este tipo de herramientas en actividades dentro del aula a nivel licenciatura. Como ejemplo de estas actividades se encuentran el uso de los LLMs como fuente de consulta de conceptos por parte de los alumnos, o como un mecanismo de corroborar las respuestas de problemas y/o comparar procedimientos de solución. Este tipo de actividades solo tendrían sentido si las respuestas proporcionadas por los LLMs muestran un buen grado de confiabilidad.

METODOLOGÍA

El experimento consistió en recopilar ejercicios de teoría de conjuntos (unidad 2 de la asignatura) de las referencias bibliográficas recomendadas por el plan de estudios. Una vez seleccionados, se sometieron a un proceso de análisis y categorización, según la naturaleza o el producto que se espera obtener de cada ejercicio. Como resultado, se identificaron 5 categorías diferentes, y para cada una de ellas se seleccionaron 20 ejercicios. De esta manera, se obtuvo una colección final de 100 ejercicios.

A continuación, se describe cada categoría:

A. Conceptos teóricos.

Estos ejercicios constan de conceptos y definiciones de teoría de conjuntos. Esta clasificación implica la redacción en lenguaje natural de definiciones, así como expresar en notación de conjuntos definiciones y propiedades relacionadas a conjuntos.

Ejemplo: "Defina qué es un subconjunto propio".

B. Operaciones.

Estos ejercicios constan de aplicar las definiciones de teoría de conjuntos para realizar un cálculo que permita obtener el resultado solicitado.

Ejemplo: "Sea $A = \{1, 2\}$ y $B = \{a, b, c\}$. Liste los elementos del conjunto $A \times B$".

C. Ejercicios abstractos.

Estos ejercicios buscan que el alumno deduzca propiedades a partir de las definiciones.

Ejemplo: "Sea A un conjunto arbitrario. ¿Qué interpretación tiene $A \triangle A$ y cuál es su resultado?".

D. Problemas de aplicación.

Estos ejercicios plantean situaciones prácticas relacionadas con las definiciones de teoría de conjuntos e implican realizar algún cálculo para obtener el resultado solicitado.

Ejemplo: "Sea un grupo de 191 estudiantes, de los cuales 10 toman francés, negocios y música; 36 toman francés y negocios; 20 están en francés y música; 18 en negocios y música; 65 en francés; 76 en negocios y 63 toman música. ¿Cuántos toman francés y música, pero no negocios?".

E. Demostraciones.

Estos ejercicios constan de probar o refutar hipótesis sobre conjuntos y demostración de teoremas.

Ejemplo: "Sea $\mho$ el conjunto universo y sea el conjunto $A \subseteq \mho$. Demostrar que $(A')' = A$".

Posteriormente, se aplicaron estos ejercicios a 20 alumnos de licenciatura que estaban tomando la asignatura de Matemáticas Discretas. En el momento de la aplicación los alumnos ya habían visto el tema correspondiente a teoría de conjuntos. La aplicación de estos ejercicios fue en forma de examen impreso y tenía que ser a partir de lo que recordaban. No se implementó ningún sistema de recompensa o castigo por los resultados del examen, pues se indicó a los estudiantes que los resultados no tendrían ninguna repercusión positiva o negativa sobre su calificación. La participación fue voluntaria y el examen incluía un aviso

y una solicitud de consentimiento sobre el uso de sus respuestas para fines de este experimento. No se permitió usar apuntes ni consultar internet durante el examen. Se informó a los participantes que podían ocupar todo el tiempo que quisieran para resolver los ejercicios y concluir el examen. Cada alumno tenía un examen diferente, que constaba de 5 ejercicios, uno de cada categoría. De esta forma, los 100 ejercicios seleccionados quedaron repartidos sin repetición en los 20 exámenes diseñados.

A continuación, se procedió a elegir dos LLMs de uso gratuito: ChatGPT (en su versión GPT 3.5) y Gemini (en su versión Gemini 1.5). El experimento se realizó el 30 de abril de 2024 y las versiones mencionadas estaban disponibles en la fecha de realización del experimento. A cada uno de ellos se les aplicó los 100 ejercicios y se empleó una sesión diferente para cada categoría. Cada ejercicio se ingresó a los modelos en un prompt de la siguiente manera: a) en forma de texto plano; b) por cada prompt se ingresó un ejercicio, resultando en un total de 100 prompts realizados a cada LLM respectivamente. Entonces, para los modelos de lenguaje se consideró como respuesta a cada ejercicio la salida proporcionada en el prompt correspondiente.

El siguiente paso fue la evaluación de las respuestas de los alumnos, de ChatGPT y de Gemini. La evaluación fue realizada por los autores de este documento y se utilizó el siguiente criterio:

a. Respuesta correcta: tanto el desarrollo como el resultado son correctos.
b. Respuesta incorrecta: Existe un error ya sea en el desarrollo o en el resultado

Para documentar todo el proceso de evaluación, de los alumnos y los modelos de lenguaje, se elaboró un dataset en un archivo json. Este se divide en 5 carpetas para cada tipo de problema y se divide en 3 subcarpetas, una para la evaluación de los alumnos, una para el modelo ChatGPT y otra para Gemini respectivamente. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de archivo correspondiente a la categoría A. Todos los archivos tienen la siguiente estructura:

a. Consulta: Es el problema extraído de las fuentes de consulta y que se aplica a los alumnos y a los modelos de lenguaje.
b. respuesta_ia: Es la salida generada por la IA generativa
c. Calificación:
   - 0: Representa una calificación reprobatoria. Ya sea en el desarrollo o en el resultado existe un error.
   - 1: Representa una calificación aprobatoria. Es decir, tanto el desarrollo como el resultado son correctos.
d. Referencia: Cada problema o pregunta que se introduce en la sección de consulta está extraída directamente de algún libro o artículo recomendado para el plan de estudios de Ingeniería en Computación del 2020.

Figura 1. *Contenido de un archivo json del dataset para el registro del experimento, correspondiente a la categoría A.*


```
{
  "consulta": "Defina un conjunto.",
  "respuesta_ia": "Un conjunto es una colección bien definida de objetos,
    elementos o valores que son considerados como un único grupo. Estos
    objetos pueden ser números, letras, personas, objetos físicos, o
    cualquier otra cosa que tenga una característica común. En matemáticas,
    los conjuntos se representan generalmente entre llaves {} y los
    elementos se separan por comas. Por ejemplo, el conjunto de números
    naturales menores que 5 se denota como {1, 2, 3, 4}. La teoría de
    conjuntos es una rama fundamental de las matemáticas que estudia las
    propiedades y relaciones entre los conjuntos.",
  "Calificacion": 1,
  "Referencia": "Johnsonbaugh, R. (2005). Matemáticas discretas. Pearson
    Educación."
},
```

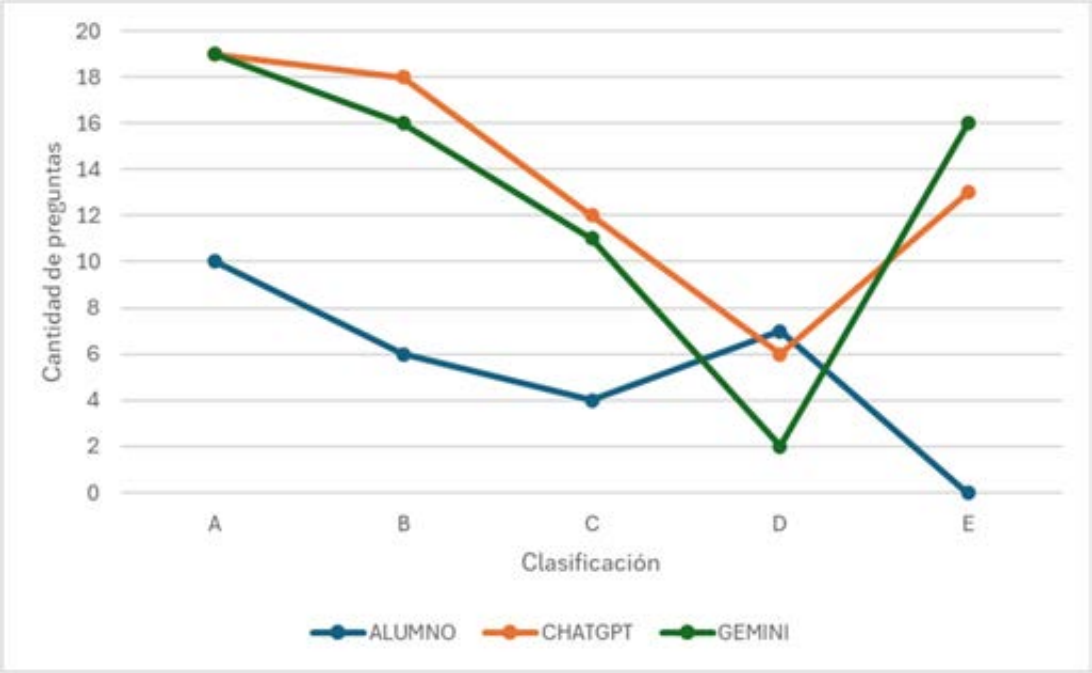

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos al evaluar las respuestas de los alumnos y de los LLMs. La Tabla 1 contiene el número de respuestas correctas en cada una de las categorías. En la Figura 2 se muestra la gráfica de los datos de la tabla anterior.

Tabla 1. *Respuestas correctas en cada una de las categorías*.

CATEGORÍA	ALUMNO	CHATGPT	GEMINI
A	10	19	19
B	6	18	16
C	4	12	11
D	7	6	2
E	0	13	16
TOTAL	27	68	64

Figura 2. *Gráfica de respuestas correctas en cada una de las categorías*.



Para la categoría A, tanto ChatGPT como Gemini mostraron salidas que responden adecuadamente a los ejercicios, explicando ampliamente cada concepto y mostrando ejemplos de estos. Ambos reflejan una explicación apropiada y un uso adecuado del lenguaje y simbología de la teoría de conjuntos. Debido al desempeño destacado del 95% de ambos modelos, se concluye que los modelos de lenguaje son útiles para encontrar y explicar información relacionada con esta categoría, y que superan por mucho la capacidad de los alumnos para retener conceptos y definiciones.

Para la categoría B, tanto ChatGPT como Gemini mostraron salidas que responden adecuadamente a los ejercicios, explicando la definición de cada operación, aplicando un desarrollo correcto del problema, con la simbología adecuada de conjuntos y generando el resultado final de manera satisfactoria. En este caso, su desempeño es de 90% y 80% respectivamente. Por lo que se concluye que los modelos de lenguaje son capaces de analizar el problema, asociar los conceptos y definiciones según el ejercicio, desarrollar el ejercicio paso a paso, realizar de manera correcta los cálculos correspondientes y responder al ejercicio adecuadamente, empleando el lenguaje y la simbología adecuadas a la teoría de conjuntos.

Para la categoría C, tanto ChatGPT como Gemini mostraron un desempeño deficiente, teniendo un porcentaje de respuestas correctas de 60% y 55% respectivamente. Entre las respuestas dadas se detectaron claramente alucinaciones. Debido a la cantidad de respuestas incorrectas, se determina que los modelos de lenguaje no tenían la capacidad de solucionar problemas abstractos y deducir las propiedades de la teoría de conjuntos.
Para la categoría D, tanto ChatGPT como Gemini mostraron un desempeño deficiente, siendo la categoría donde se presentaron la mayor cantidad de respuestas incorrectas. Los problemas

de aplicación implican entre otras cosas, representaciones gráficas de conjuntos (diagramas de Venn) así como la representación en lenguaje de conjuntos de situaciones particulares. Se obtuvieron desempeños de 30% y de 10% respectivamente, por debajo del desempeño del 35% que tuvieron los alumnos. Dado lo anterior, se concluyó que los modelos de lenguaje enfrentan más dificultades en problemas de este tipo, pudiendo ser una de las causas la necesidad de utilizar alguna representación para resolver el problema.

Para la categoría E, tanto ChatGPT como Gemini mostraron salidas no satisfactorias. En este caso, los ejercicios se seleccionaron en dos categorías principales, la primera es probar o refutar una hipótesis propuesta y la segunda es la demostración de teoremas. Dentro de los ejercicios relacionados a probar o refutar hipótesis, se presentan problemas de alucinación, debido a que los argumentos mostraban contradicciones y el empleo de definiciones de manera inapropiada. Por otra parte, para la demostración de teoremas, en general, los modelos de lenguaje aplican de manera correcta las definiciones de conjuntos y aplican correctamente las técnicas de demostración de conjuntos, pero aquí queda como duda de si la solución correcta se debe a que estas demostraciones de teoremas son ampliamente conocidas y por lo tanto sólo está repitiendo las demostraciones que ya están hechas en alguna parte de sus datos de entrenamiento.

CONCLUSIONES

Al final del experimento, se determinó que los modelos de lenguaje tienen un desempeño superior en la mayoría de las categorías con respecto a los alumnos. Sin embargo, la mayor parte de las respuestas correctas de todas las categorías están asociadas a resultados o conceptos ampliamente conocidos y trabajados de manera regular en cursos parecidos de matemáticas discretas en ciencias e ingeniería de la computación. Mientras que ejercicios relacionados con el razonamiento, deducción y prueba o refutación de hipótesis de teoría de conjuntos y situaciones particulares (ejercicios de aplicación), son mayormente respuestas incorrectas.

Este comportamiento contrastante en el desempeño de los modelos de lenguaje, cuando se usan en otro tipo de aplicaciones en comparación con los ejercicios de matemáticas de este experimento, se debe a que estos modelos no han sido entrenados directamente en la solución de problemas de teoría de conjuntos. Es decir, estos sistemas de inteligencia artificial no tienen aplicaciones de fine-tuning (Barektain *et al.*, 2024).

A pesar de superar en promedio el desempeño de los alumnos, los resultados de los LLMs para resolver problemas de teoría de conjuntos son insuficientes para poder considerar por el momento su incorporación en las actividades dentro del aula a nivel licenciatura para esta asignatura, ya que de manera frecuente se estarían presentando errores e inconsistencias, lo cual no sería adecuado en un entorno académico en el que, como siempre se ha hecho, se procura que las fuentes de información y recursos sean confiables y consistentes.

El impacto de esta investigación en la formación de los estudiantes está estrechamente vinculado a la identificación del nivel de utilidad que ofrecen los modelos de lenguaje grandes (LLMs) actuales. Este análisis no solo permite comprender su efectividad y posibles aplicaciones para la enseñanza de matemáticas discretas a nivel licenciatura, sino que también sentará las bases para una serie de recomendaciones dirigidas a los profesores, las

cuales se basan en los resultados experimentales del presente trabajo. Estas sugerencias guiarán a los educadores en la integración efectiva de herramientas de IAG en el aula, optimizando así los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las recomendaciones incluirán además advertencias sobre los posibles errores de los LLMs, indicando en qué tipo de preguntas los resultados pueden ser más confiables y en cuáles es necesario tener precaución, lo que ayudará a los docentes a utilizar la herramienta de manera más efectiva.

Agradecimientos
Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE114324 Integración de herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en la Metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos para la asignatura de Matemáticas Discretas.

BIBLIOGRAFÍA

Barektain, M., Nawalgaria, A., Mankowitz, D. J., Al Merey, M., Leviathan, Y., Mascaro, M., Kalman, M., Buchatskaya, E., Severyn, A., & Gulli, A. (2024). Foundational large language models & text generation [White paper]. https://www.kaggle.com/whitepaper-foundational-llm-and-text-generation

Dao, X. Q., & Le, N. B. (2023). Investigating the effectiveness of chatgpt in mathematical reasoning and problem solving: Evidence from the vietnamese national high school graduation examination. *arXiv preprint arXiv:2306.06331*. https://arxiv.org/abs/2306.06331

Frieder, S., Pinchetti, L., Griffiths, R. R., Salvatori, T., Lukasiewicz, T., Petersen, P., & Berner, J. (2024). Mathematical capabilities of chatgpt. *Advances in neural information processing systems*, *36*. https://proceedings.neurips.cc/paper_files/paper/2023/hash/58168e8a92994655d6da3939e7cc0918-Abstract-Datasets_and_Benchmarks.html

Haiqiong, L., & Hoiio, K. (2024, July). ChatGPT Plagiarism in the Academic Field: Exploration and Analysis of Plagiarism Effects. In *Machine Learning and Intelligent Computing* (pp. 177-187). PMLR. https://proceedings.mlr.press/v245/haiqiong24a

Holmes, W., & Miao, F. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing. https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research

Huang, L., Yu, W., Ma, W., Zhong, W., Feng, Z., Wang, H., Chen, Q., Peng, W., Feng, X., Qin, B. & Liu, T. (2024). A survey on hallucination in large language models: Principles, taxonomy, challenges, and open questions. *ACM Transactions on Information Systems*. https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3703155

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J. & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual*

differences, 103, 102274. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1041608023000195

Kumar, P. (2024). Large language models (LLMs): survey, technical frameworks, and future challenges. *Artificial Intelligence Review*, *57*(10), 260. https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-024-10888-y

Montenegro-Rueda, M., Fernández-Cerero, J., Fernández-Batanero, J. M., & López-Meneses, E. (2023). Impact of the implementation of ChatGPT in education: A systematic review. *Computers*, *12*(8), 153. https://www.mdpi.com/2073-431X/12/8/153

Plevris, V., Papazafeiropoulos, G., & Jiménez Rios, A. (2023). Chatbots put to the test in math and logic problems: a comparison and assessment of ChatGPT-3.5, ChatGPT-4, and Google bard. *AI*, *4*(4), 949-969. https://www.mdpi.com/2673-2688/4/4/48

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7), em2286. https://www.ejmste.com/article/chatgpt-a-revolutionary-tool-for-teaching-and-learning-mathematics-13272?trk=article-ssr-frontend-pulse_x-social-details_comments-action_comment-text

LA MENTORÍA COMO PILAR DE LA INNOVACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS DESDE LA TUTORÍA

MENTORING AS A PILLAR OF INNOVATION IN THE TRAINING OF ENGINEERS FROM MENTORING

J. O. Laguna Cortés[1]
V. Santacruz Vázquez[2]

RESUMEN

Los retos sociales, tecnológicos y académicos que enfrenta el estudiante para obtener el grado de licenciatura, requieren de una transformación de valores, habilidades y actitudes de liderazgo, que implica una modificación de las metodologías que refuercen dicho liderazgo, entre los que se observa cambios en el plan de estudio, perfiles de ingreso y egreso, metodologías prácticas de servicio social y prácticas profesionales, así como los procesos de tutoría académica y social. La investigación de este trabajo consiste en implementar un programa piloto de mentoría académica en el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP) para alumnos de los primeros semestres que presentan un bajo desempeño estudiantil principalmente en el área de matemáticas. Para conseguir estos objetivos es necesario la intervención de los mentores, que bien pueden ser alumnos de semestres avanzados o profesores mentores que intervienen en el proceso de aprendizaje, ofreciendo en ambos casos una orientación académica, personal, adaptado a las necesidades del estudiante. El estudio se desarrolló en el ITP, aplicando la mentoría par-par (alumnos de semestres avanzados-alumnos de nuevo ingreso) y la mentoría tutor–alumno. Los primeros resultados demostraron que la mentoría par-par tuvo un 35 % mayor de aceptación que la mentoría tutor-alumno. En ambos casos fue evidente que las capacidades cognitivas generales del alumno de nuevo ingreso en (matemáticas), adquiridas durante su educación básica son deficientes y deben ser reforzadas para un mejor desempeño de los estudiantes.

ABSTRACT

The social, technological and academic challenges faced by students to obtain a bachelor's degree require a transformation of values, skills and attitudes of leadership, which implies a modification of the methodologies that reinforce such leadership, among which are observed changes in the curriculum, entry and graduation profiles, practical methodologies of social service and professional practices, as well as academic and social mentoring processes. The research of this work consists of implementing a pilot program of academic mentoring at the Instituto Tecnológico de Puebla (ITP) for students in the first semesters who present a low student performance mainly in the area of mathematics. To achieve these objectives, it is necessary the intervention of mentors, who can either be students of advanced semesters or mentor teachers who intervene in the learning process, offering in both cases a personal academic orientation, adapted to the student's needs. The study was developed at the ITP, applying peer-to-peer mentoring (advanced semester students - new students) and tutor-student mentoring. The first results showed that peer-to-peer mentoring had a 35% higher acceptance rate than tutor-student mentoring. In both cases it was evident that the general cognitive abilities of the incoming freshman in (mathematics), acquired during their basic education are deficient.

ANTECEDENTES

Los continuos cambios que se están produciendo en la comunidad universitaria, los desarrollos de los temas de calidad y los impulsos hacia una mejora en la docencia universitaria, motivados por la convergencia europea, invitan a potenciar nuevos planteamientos sobre diversos conceptos motivadores para el alumnado. La mayoría de los

[1] Catedrático. Instituto Tecnológico de Puebla del Tecnológico Nacional del México. jose.laguna@puebla.tecnm.mx
[2] Catedrática. Facultad de Ingeniería Química. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. versanva@gmail.com

países entre ellos México, se encuentran involucrados en una sociedad del conocimiento que implica información del entorno educativo y tecnológico.

Aunque, en general, los alumnos de nuevo ingreso de los Institutos Tecnológicos de la Republica reciben, cada vez más, detalles sobre orientación pedagógica e informaciones relativas a los distintos requisitos necesarios para el buen desarrollo de su aprendizaje académico, los profesores observan en ellos ciertas dudas durante su primera etapa universitaria que pueden estar motivadas, entre otras causas, a la falta de orientación especializada o a no poder cursar la titulación deseada. Por esa razón, se consideró interesante que pudiera existir una figura, además de la ya existente del tutor de acción tutorial, que pudiera eliminar estos temores, ayudando en la orientación académica de estos alumnos de nuevo ingreso. Los sistemas de mentorías por compañeros se desarrollan habitualmente partiendo de dos premisas básicas destinadas a subrayar la conexión existente entre lo académico y lo social: a) Los estudiantes están especialmente cualificados y motivados para ayudar a que otros estudiantes tengan éxito; b) Los estudiantes aprenden mejor en un ambiente de amistad, afecto y estímulo. La relación profesor/alumno siempre es más rígida que la relación alumno/alumno, y aunque en los cursos superiores, esta relación mejora durante la estancia en la institución, en el primer curso universitario se cree que puede ser más eficaz que la información le pueda llegar al alumno de nuevo ingreso por parte de otro alumno de cursos superiores, que de un tutor profesor al estudiante de nuevo ingreso. Así, posiblemente, el mentorizado pueda ver en el mentor una persona cercana y que seguramente haya tenidos problemas similares a los que él pudiera estar experimentando durante esta primera etapa universitaria (Ferré y col., 2009).

Se pretende en este trabajo continuar con la implementación de un sistema de mentoría entre iguales y continuar estudiando tanto las posibles dificultades, como los efectos positivos en la orientación y en la formación de nuestros alumnos durante la implementación de sistemas de tutoría. Asimismo, pensamos que resultaría interesante conocer las opiniones de los mentores y de los beneficios que la mentoría pudiera darles, y reflexionar sobre ellas (Cardozo-Ortiz, 2011).

El programa modelo mentor del ITP para carreras de Ingeniería consiste en la puesta en marcha de un sistema de mentorías por compañeros cuyo objetivo principal es el desarrollo de mecanismos de ayuda, orientación y formación a los alumnos de nuevo ingreso en la escuela, con dos metas bien definidas:

- ✓ La ayuda al alumno de nuevo ingreso de carreras de Ingeniería (de primer semestre), tanto para la supervivencia y el éxito en los estudios universitarios como para facilitar su integración académica y social en la vida de la escuela, por parte de compañeros de cursos superiores.
- ✓ La formación del alumno de semestres avanzados como mentor de alumnos de nuevo ingreso, potenciando en él habilidades sociales, de relación, orientación y liderazgo que, típicamente, no son tratadas en el desarrollo curricular de carreras técnicas.
- ✓

El objetivo de este trabajo es implementar modelos de mentoría **par-par** y **tutor - alumno** para identificar algunos de los factores o variables que generan un bajo desempeño académico o deserción estudiantil en los cursos de matemáticas básicos en

los primeros semestres de las carreras de Ingeniería en el Instituto, en el departamento de Ciencias Básicas.

Así, teniendo en cuenta el objetivo principal del sistema de mentorías, se propone para la consecución de la primera de las metas fijadas, los siguientes objetivos parciales (Dubon y col., 2011).

Orientación académica. Proporcionar al alumno tutelado la ayuda necesaria para abordar con éxito las diferentes asignaturas del curso desde la experiencia del mentor como alumno.
Orientación social. Ayudar al alumno de nuevo ingreso en su adaptación a la Universidad, atendiendo a la diversidad, sobre recursos de tipo social.
Orientación administrativa. Procurar al alumno de nuevo ingreso, orientación en los procedimientos administrativos generales.

Las funciones de los Mentores son (Johnson Valdebenito 1999):

- ✓ Asesorar y orientar a los alumnos de nuevo ingreso sobre cuestiones académicas, administrativas y sociales.
- ✓ Fomentar la participación del alumnado.
- ✓ Asistir a las reuniones convocadas por su profesor-tutor.
- ✓ Convocar reuniones presenciales y virtuales con sus compañeros/as mentorizados.
- ✓ Elaborar una memoria final de las actividades realizadas a lo largo del curso.
- ✓ Realizar encuestas de evaluación acerca del desarrollo del programa.

METODOLOGÍA

Se seleccionó un grupo muestra de 200 alumnos de nuevo ingreso, el 55% de mujeres y el 45% de hombres de las carreras de Ingeniera que se imparten en el ITP del semestre agosto-diciembre 2024, de los cuales el 60% fue del sexo masculino y el 40% fue del sexo femenino y cuentan con una edad promedio de 19 años. A los estudiantes participantes se les aplicó una, misma que se describe en la Figura 1.

RESULTADOS

Para facilitar el desarrollo de este modelo, se establecieron inicialmente una serie de pasos que definirán el marco global de actuación, a modo de guía de comportamiento, atendiendo a las funciones de los participantes, la relación entre ellos, etc.
Los pasos fundamentales para seguir son las siguientes:

- ✓ Las funciones del alumno mentor se ajustan exclusivamente a las descritas en los objetivos, en cuanto a orientación y ayuda, preservando y respetando la intimidad del alumno dirigido.
- ✓ El alumno dirigido (o mentorizado) no es “propietario “de un alumno mentor, la relación en el marco de este modelo es estrictamente académica.
- ✓ La participación del alumno dirigido es totalmente voluntaria.
- ✓ El profesor tutor es el encargado de supervisar el correcto funcionamiento de los grupos mentor/alumnos (par-par) dirigidos que estén a su cargo y de solucionar o comunicar a los coordinadores del Instituto los problemas que se planteen.

Figura 1. *Encuesta aplicada a los alumnos participantes. Elaboración Propia.*

ENCUESTA POSTERIOR AL PROCESO DE MENTORÍA
NOMBRE:_____

LICENCIATURA O INGENIERÍA QUE CURSAS:_____
¿Cómo crees que ha influido el modelo mentor en tu formación personal ?_____
_____

¿El grado de cumplimiento de tus compromisos como alumno mentor puede calificarse?
_____
_____

¿Tu participación en el modelo de mentoria puede calificarse cómo?
_____
_____

Para alumnos de primer curso, percepción de un escalón importante entre la enseñanza recibida en el bachillerato y la recibida en el ITP
_____
_____

¿Tu valoración global del modelo mentor, en cuanto a cumplimiento de objetivos, es?
_____
_____

La influencia general que el modelo mentor ha tenido en tí, puede calificarse ¿cómo?
_____
_____

Se organiza una estructura vertical y otra horizontal, ambas alrededor del concepto de **"equipo",** de la siguiente manera:

- ✓ Cada profesor tutor tiene a su cargo 2 ó 3 alumnos mentores como máximo, con los que se reúne aproximadamente dos veces al mes, y atiende sus dudas y cuestiones: Dos horas máximo por sesión. Al mismo tiempo, que reciben la información directa de los mentores retroalimentándolos, también reciben la información institucional a través de los coordinadores, facilitando el desarrollo de acciones futuras orientadas a mejorar la situación de los alumnos en el ITP. En este nivel se definen equipos **"tutor-mentores".**
- ✓ Cada mentor (alumno de segundo semestre o más), a su vez, tiene a su cargo hasta 6 alumnos mentorizados, con los que se reúne aproximadamente tres veces a la semana. En este nivel se definen equipos **"mentor-alumnos"**. Tres horas máximo por día. En el Figura 2 se presenta el organigrama de mentoría académica implementado, en su organización horizontal y vertical.

Figura 2. *Organigrama de método de mentoría académica.*

De acuerdo con la estructura vertical, se definen relaciones horizontales para que la información pueda fluir "entre iguales" de todos los tutores, de todos los mentores y de todos los alumnos.

Reclutamiento y formación de mentores

El alumno mentor se recluta a partir del segundo semestre o semestres avanzados. Cada mentor fue seleccionado por medio de encuestas de profesores que imparten las materias de matemáticas en el Departamento de Ciencias Básicas, a partir de su *curriculum vitae*, además de una breve encuesta vía web que perfila los rasgos principales de su disposición a la actividad, y una entrevista personal por parte de los profesores coordinadores del modelo de mentoría. Esto con el fin de conocer mejor su capacidad de relación, su visión del panorama estudiantil y sus expectativas. La formación de los mentores resulta clave para un buen funcionamiento de los procesos de mentoría en el ITP y en ella se aporta al mentor los conocimientos y habilidades que necesita para atender y apoyar a sus compañeros.

Dentro del método de mentoría, la parte teórica de la asignatura taller de formación de alumnos mentores (9 horas a la semana), intenta cubrir ese período formativo, favoreciendo la adquisición de los recursos y conocimientos que el mentor precisa para desempeñar su labor social y de liderazgo. Dicho curso permite identificar a los estudiantes con el perfil para la realización de la actividad de mentorías académicas.

Funciones del profesor tutor

En el modelo de mentoría, la figura del profesor tutor surge como el enlace natural entre los alumnos mentores y, en consecuencia, los alumnos dirigidos y los coordinadores del Proyecto (Estévez y col., 2009). La incorporación de los profesores tutores se definió a partir de la preocupación que existe en las aulas de donde imparten las materias básicas principalmente matemáticas, observando la reprobación y el desconocimiento de la materia en los primeros semestres, donde se observa que los alumnos carecen de materias previas de precálculo como: algebra, aritmética, trigonometría entre otras.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos al finalizar el semestre agosto-diciembre 2023, aunque los resultados en los semestres anteriores oscilan sólo ligeramente de una edición a otra Figura 3 y Figura 4.

Encuesta a mentores (utilizando método par-par)

En primer lugar, mostramos las respuestas de los alumnos mentores en cuanto a la influencia del método de mentoría en su formación personal, su compromiso con la actividad, su nivel de satisfacción, así como su valoración general del mismo y su opinión sobre su continuidad. Uno de los resultados a resaltar es el de los beneficios personales de todos los participantes en el modelo a implementar, así vemos en las siguientes gráficas que los alumnos mentores, y así lo han manifestado en bastantes ocasiones, perciben altos beneficios personales en el desempeño de su labor de mentoría y liderazgo en la Figura 3, Figura 4 y Figura 5.

Figura 3. *Influencia del modelo mentor en la formación del estudiante.*

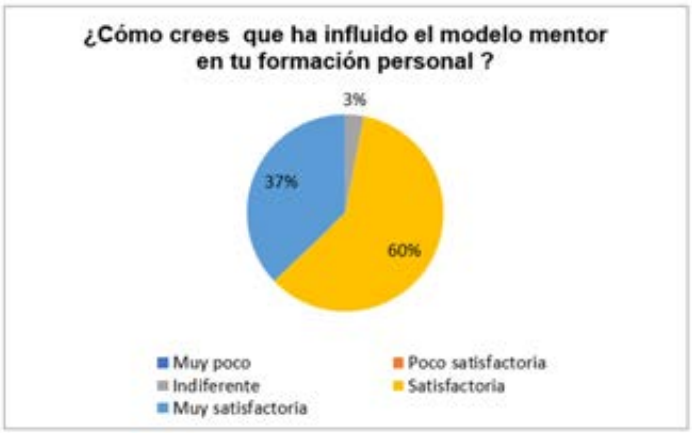
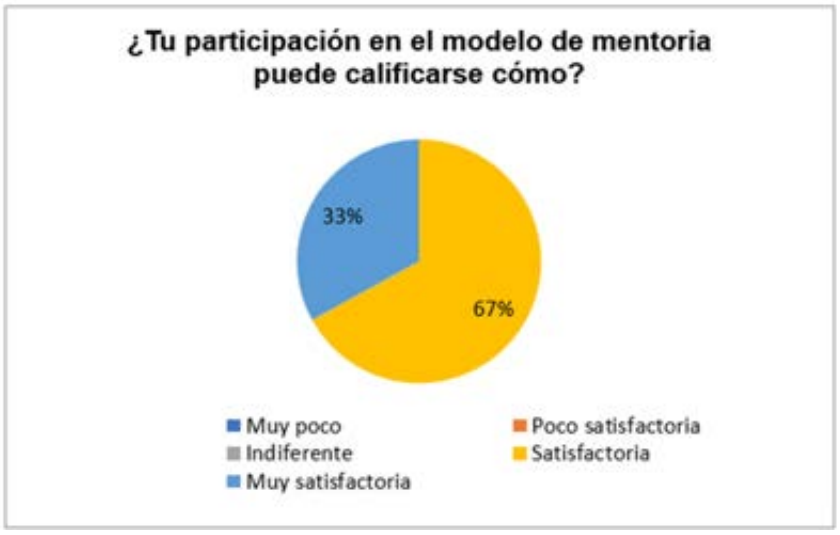


Figura 4. *Grado de cumplimiento del alumno mentor.*

Figura 5. *Participación del alumno en el modelo de mentoría.*



Encuesta a mentorizados (Alumnos) (método par-par)

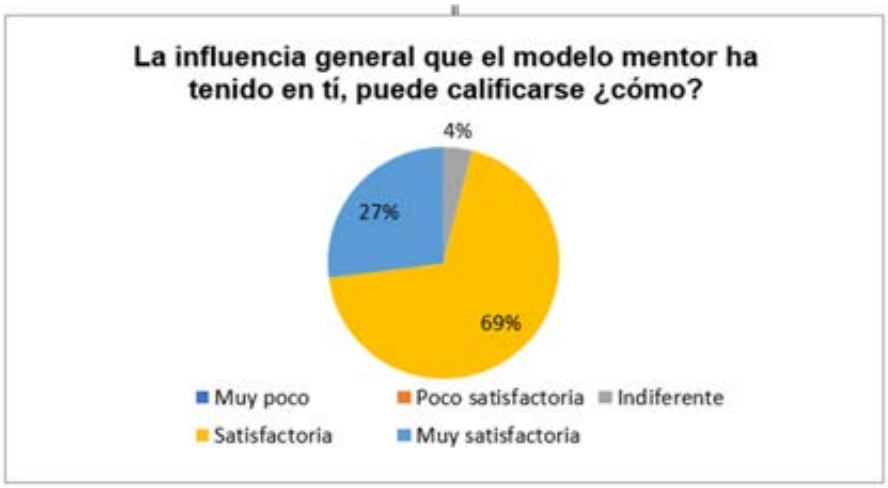
A continuación, se muestran los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los mentorizados. Observando sus respuestas a los beneficios generales del método de mentoría, se observa que perciben un cumplimiento alto de los objetivos del método en cuanto a orientación e integración en el centro.

En lo que respecta a los problemas que el alumno detecta en su primer año, una apreciación del escalón entre la enseñanza previa a la universidad, tanto en contenidos como en metodología muy fuerte. Es interesante resaltar también que un alto porcentaje de alumnos reclaman una tutela más cercana por parte del profesor en la Figura 6, Figura 7 y Figura 8.

Figura 6. *Percepción del escalón en los alumnos de nuevo ingreso.*

Figura 7. *Valoración global del modelo mentor.*

Figura 8. *Influencia del modelo en los alumnos de nuevo ingreso.*



CONCLUSIONES

La creación de nuevos métodos y entornos de aprendizaje en los que los alumnos puedan desarrollar el trabajo autónomo es una responsabilidad de los profesores dentro del espacio de Educación Superior. La tutoría entre iguales (par-par) como método de trabajo colaborativo permite a los estudiantes utilizar las diferencias de conocimientos, beneficiándose de dicha diversidad. Este tipo de tutoría surge como una oportunidad de transmisión y adquisición horizontal del conocimiento, fomentando el trabajo autónomo de los estudiantes y ayudándoles a adquirir competencias que les serán útiles para afrontar diversos problemas a lo largo de sus vidas tanto profesionalmente como socialmente dentro del ITP. Los mentores desarrollan un papel de mediador entre el alumno mentorizado y su nuevo entorno, entendido éste desde el punto de vista social, afectivo y académico. Esta interacción no sólo es una forma de incrementar el éxito académico sino también de generar

un clima de bienestar de potenciar valores como la colaboración, la ayuda mutua y la solidaridad (Valverde y col., 2004).

El ambiente de compañerismo y convivencia creado en estas sesiones gracias a la ausencia de formalismos y de jerarquía consigue que las reuniones sean más que un lugar de aprendizaje puramente académico, consiguiendo, así, un mejor desarrollo de habilidades interpersonales y una actitud profesional. El mentor, por el hecho de ser también un alumno, le permite advertir cuestiones, situaciones y detalles que les son propios al alumnado en general y consigue así establecer canales de comunicación en un plano más personal y abierto. Un contexto más distendido de trabajo y un lenguaje cercano hace posible un mayor desarrollo de competencias (Valdebenito, & Duran, 2013).

Es importante destacar que el ritmo de progreso de los alumnos no debe estar fijado por toda una clase sino por las necesidades individuales del mentor y el mentorizado (el acceso a sus procesos individuales). Eso permite desarrollar adecuadamente el aprendizaje de ese "saber en acción" de forma personalizada.

Se observó que al aplicar un examen de matemáticas básico a los mentorizados de nuevo ingreso tuvieron mejor resultado en el modelo de mentoría (par-par) que en el modelo de mentoría (tutor-alumno), dando un 35% más de efectividad en calificaciones en los exámenes de matemáticas previas. Se recomienda utilizar el método de pares iguales (par-par), para los mentorizados de primer semestre, no obstante, el método de tutor –alumno es efectivo, pero el método de par-par ayuda a que el mentorizado y el mentor tengan más confianza y no se intimiden en lo académico y tengan una mejor toma de decisiones y ser líderes en el ámbito profesional, social y cultural.

BIBLIOGRAFÍA

Cardozo-Ortiz, C. E. (2011). Tutoría entre pares como una estrategia pedagógica universitaria. *Educación y Educadores, 14*(2). https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83421404006

Dubon, E., Pakhrou, T., Segura, L., Sepulcre, J. M., & Navarro, J. C. (2011). Un programa de mentoría como herramienta para la mejora de la calidad de la docencia en los primeros cursos de grado. *Redes de Investigación Docente Universitaria: Innovaciones metodológicas*, 2431-2446. https://ieg.ua.es/en/jornadas-redes-2011/documentos/comunicaciones/182986.pdf

Estévez, M. F., Audisio, M. G., Fernández, M., & Mabres, S. (2009). Tutoría entre pares en la carrera de Trabajo Social de la Universidad Nacional de San Juan. https://trabajosocial.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/13/2016/03/Revista-debate-publico-Nro.-3.pdf

Ferré, X., Tobajas, F., Córdoba, M. L., & de Armas, V. (2009). Guía para la puesta en marcha de un programa de mentoría en un centro universitario. *Mentoring & Coaching - Universidad y Empresa, 2*, 133-151. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4537954

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós.

Valdebenito, V., & Durán, D. (2013). La tutoría entre iguales como un potente recurso de aprendizaje entre alumnos: Efectos de la fluidez y comprensión lectora. *Perspectiva Educacional, 52*(2), 154-176. https://www.perspectivaeducacional.cl/index.php/peducacional/article/view/141

Valverde Macías, A., Ruiz de Miguel, C., García Jiménez, E., & Romero Rodríguez, S. (2004). Innovación en la orientación universitaria: La mentoría como respuesta. *Contextos Educativos, 6*, 87-112. https://doi.org/10.18172/con.530

INTEGRACIÓN DE VISIÓN ARTIFICIAL EN ROBOT HUMANOIDE BIOLOID COMO PROYECTO INTEGRADOR EN INGENIERÍA

INTEGRATION OF ARTIFICIAL VISION IN BIOLOID HUMANOID ROBOT AS AN INTEGRATIVE ENGINEERING PROJECT

V. H. Cacique Borrego[1]
K. G. Lindero Cano[2]
I. Paniagua Villagómez[3]
S. A. Barrera Miranda[4]

RESUMEN

El presente trabajo presenta la implementación de un sistema de visión basado en una cámara HaViMo 2.0 en robot Bioloid Premium Tipo A para la detección y seguimiento de patrones en un entorno. El objetivo principal fue implementar la cámara como sistema de visión, optimizando el reconocimiento y seguimiento de objetos. Para ello, se configuró el hardware del robot y se desarrollaron algoritmos específicos de procesamiento de imágenes. La metodología incluyó la calibración precisa de la cámara, se mejoró la calidad de las imágenes mediante técnicas de corrección de color, reducción de ruido y ajuste de contraste.

El controlador CM-530 sirvió como núcleo del sistema, gestionando la comunicación con la cámara y ejecutando algoritmos de procesamiento y navegación implementados mediante la librería stm32f10x_lib.h. Se desarrollaron algoritmos específicos para la detección de patrones de color blanco en un entorno controlado.

ABSTRACT

This paper presents the implementation of a vision system based on a HaViMo 2.0 camera on a Bioloid Premium Type A robot for pattern detection and tracking in an environment. The main objective was to implement the camera as a vision system, optimizing object recognition and tracking. To do so, the robot hardware was configured, and specific image processing algorithms were developed. The methodology included precise calibration of the camera, image quality was improved using color correction, noise reduction and contrast adjustment techniques.

The CM-530 controller served as the core of the system, managing communication with the camera and executing processing and navigation algorithms implemented using the stm32f10x_lib.h library. Specific algorithms were developed for the detection of white color patterns in a controlled environment.

ANTECEDENTES

La visión artificial es una herramienta clave para mejorar el desempeño de robots autónomos en tareas dinámicas, especialmente en la detección de patrones, con aplicaciones en diversos contextos. En robots humanoides de competencia, el uso de visión artificial mejoró el desempeño en actividades de detección de objetos y posicionamiento (Vázquez, 2013).

Se ha investigado como un sistema de visión artificial y un algoritmo de control permite a un robot humanoide Bioloid mejorar su autonomía y permitiéndole tomar decisiones en tiempo real durante competencias de robótica, específicamente como portero (Hernández et al., 2013). Así mismo, se han propuesto metodologías basada en redes neuronales pulsantes para que un robot humanoide clasifique acciones y realice tareas como desplazarse, manipular

[1] Coordinador de la extensión de Apaseo el Grande. Tecnológico Nacional de México en Celaya. victor.cacique@itcelaya.edu.mx
[2] Estudiante de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México en Celaya, 19031695@itcelaya.edu.mx
[3] Estudiante de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México en Celaya, 19031871@itcelaya.edu.mx
[4] Estudiante de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México en Celaya, 19031371@itcelaya.edu.mx

objetos y transportarlos, guiado por comandos verbales, combinando visión artificial y control difuso para adaptarse a distintas circunstancias (Brauer, 2016).

En el ámbito cultural, se ha propuesto un robot humanoide que ejecuta la jarana Yucateca, utilizando control inalámbrico y comandos de voz, como herramienta para difundir la cultura maya y acercar tecnología a comunidades rurales maya hablantes en Yucatán (González et al., 2017).

En robots aéreos se ha implementado la visión artificial como un sistema de inspección en un cuadro Tor que utiliza técnicas de control servo-visual para la navegación autónoma, transmisión de imágenes en red y seguimiento preciso de trayectorias, facilitando la inspección remota (Silva et al., 2013).

La implementación de una visión artificial a través de la cámara HaViMo 2.0 ha permitido el desarrollo de diferentes algoritmos basados en métodos de mallado y gradiente para que un robot humanoide Bioloid Premium pueda identificar una pelota de tenis, así como posicionarse en frente de ella. (Zavala et al., 2019). De igual manera, la estimación de distancias y la localización, utilizando modelos proporcionales, vectoriales y de triangulación basados en el módulo HaViMo 2.0. dan pauta a más aplicaciones con la visión artificial (Cacique et al., 2021).

El desarrollo del presente proyecto fue llevado a cabo por tres estudiantes de la especialidad de Ingeniería Mecatrónica del Tecnológico Nacional de México (TecNM) en Celaya, como parte de la asignatura de Sistemas Mecatrónicos, una materia correspondiente a los últimos semestres de la carrera. Esta asignatura busca la integración de conocimientos adquiridos en electrónica, control, programación y mecánica para la creación de sistemas mecatrónicos funcionales y aplicables en distintos ámbitos de la ingeniería.

Los estudiantes involucrados en este trabajo aplicaron sus habilidades en el diseño y programación de sistemas de visión artificial para mejorar el desempeño del robot Bioloid Premium Tipo A en la detección y seguimiento de patrones. El objetivo de este trabajo fue la implementación de la cámara HaViMo 2.0 para desarrollar un sistema capaz de identificar y rastrear objetos en un entorno controlado, optimizando la capacidad del robot para tomar decisiones basadas en la información visual procesada en tiempo real. Por lo que la pregunta de investigación de este trabajo es ¿Cómo contribuye el desarrollo de proyectos con visión artificial en la formación académica de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica?

METODOLOGÍA

Con la evolución de la robótica y los avances tecnológicos, el entendimiento por la palabra “robot” ·ha tomado diferentes formas, para el Instituto de Robots de América (RIA, por sus siglas en inglés) lo define como un manipulador reprogramable que permite trasladar materiales, componentes, herramientas o equipos a través de movimientos programados. Por otro lado, la Comisión Europea considera que un robot es equipo que opera de manera autónoma, dotado de herramientas concretas para gestionar o automatizar, cuyas acciones son programables en cuanto a orientación, ubicación y secuencia. Ambos organismos coinciden en la capacidad de los robots para realizar tareas predefinidas y automatizadas.

La empresa surcoreana Robotis dedicada al desarrollo y fabricación de hardware y software para robots en diferentes áreas, cuenta con el kit Bioloid Premium, que se puede apreciar en la Figura 1 con un enfoque pedagógico, orientado a facilitar la enseñanza y el aprendizaje de la robótica a estudiantes y público en general (ROBOTIS, 2021).

Figura 1. *Robot Bioloid Premium.*

Fuente:Robotis.us.

Para esta investigación se utilizó el Robot Bioloid Premium, en su configuración Tipo A, siendo éste una herramienta que permite a los usuarios explorar la construcción y programación de robots de forma amigable y práctica. El robot incluye 18 servomotores AX-12ª, como el que se muestra en la Figura 2, que se caracterizados por su robustez y precisión en los movimientos del robot. Estos servomotores cuentan con una resolución de 0.35 °, con un rango de 0 a 1024 pasos (0 a 300°). La versatilidad de los AX-12A permiten modificar el torque que se les puede aplicar, además de la velocidad de movimiento. La comunicación entre los servomotores es a través de un protocolo Dynamixel 1.0, un tipo comunicación serial Half-Duplex donde no se pueden utilizar TxD y RxD al mismo tiempo. Este protocolo puede ser programado en diferentes lenguajes de programación como C++.

Figura 2. *User manual Dynamixel AX-12ª.*

Fuente: User manual Dynamixel AX-12ª.

El protocolo tiene un paquete de instrucciones cuyos datos son comandos enviados a los servomotores AX-12A o cualquier dispositivo que acepte el protocolo. Su estructura base se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. *Paquete de instrucción.*

Cabecera 1	Cabecera 2	Identificador	Longitud	Instrucción	Parámetro 1	Parámetro N	Checksum
0xFF	0xFF	ID	LEN	INS	Param1	ParamN	Chksum

Fuente: User manual Dynamixel Protocol 1.0.

También se cuenta con un paquete de estado cuya función es la respuesta del servomotor al controlador proporcionando información solicitada o confirmar acciones, como las que se enlistan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Paquete de estado.*

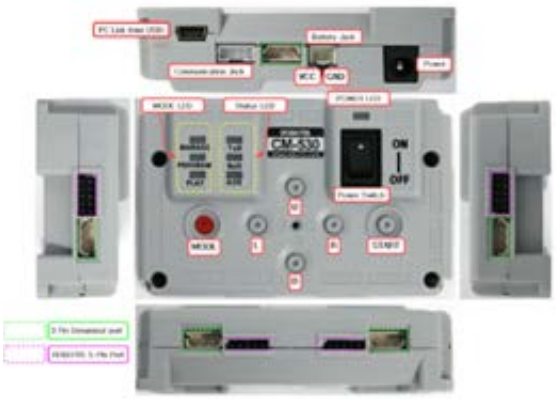
Cabecera 1	Cabecera 2	Identificador	Longitud	Error	Parámetro 1	Parámetro N	Checksum
0xFF	0xFF	ID	LEN	ERR	Param1	ParamN	Chksum

Fuente: User manual Dynamixel Protocol 1.0.

Cada actuador Dynamixel en un bus compartido debe tener un ID único para evitar colisiones de paquetes y problemas de red. El ID predeterminado de fábrica es 1, y se puede modificar según sea necesario.

El controlador del robot Bioloid Premium es el CM-530, que se muestra en la Figura 3, ésta diseñado para gestionar actuadores Dynamixel y diversos sensores. El controlador tiene la unidad central de procesamiento STM32F103RE de 32 bits, múltiples puertos para conectar sensores y módulos de expansión lo que facilita la integración de componentes adicionales. También cuenta con botones y LEDs que permiten una interacción directa y sencilla durante el desarrollo de aplicaciones. El CM-530 es compatible con el software Eclipse basando en lenguaje de programación C++ lo que permite la creación de movimientos y comportamientos complejos en robots. Dispone de conectividad inalámbrica mediante módulos Zigbee y Bluetooth, facilitando la comunicación y el control remoto de los robots.

Figura 3. *Controlador CM-530.*



Fuente: User manual CM-530.

Cámara HaViMo 2.0

HaViMo 2.0 de la Figura 4, es una alternativa de solución para la visión por computadora orientada a microprocesadores de bajo consumo. El dispositivo está equipado con una cámara CMOS y un microcontrolador que realiza el procesamiento de imágenes y cuyos resultados se acceden a través de un puerto serial.

Figura 4. *Cámara HaViMo 2.0.*

HaViMo 2.0 cuenta con dos algoritmos de preprocesamiento de imágenes: El algoritmo de Gradiente y el algoritmo de Mallado, ambos ideales en aplicaciones como el reconocimiento de objetos y auto localización. Por otro lado, en la parte del hardware, el módulo genera una imagen de $160x120\,pixeles$, con una profundidad de color de $12\,bits$ YCrCb, a una velocidad de $19\,fps$. HaViMo2.0 es compatible con algunos controladores de la empresa ROBOTIS lo que permite integrarse en programas creados con RoboPlus comunicándose a través protocolos seriales Half-Duplex y Full-Duplex.

Para esta investigación se utilizó el algoritmo de gradiente ya que se puede detectar áreas conectadas de un mismo color en una imagen. Para ello, es necesario hacer un proceso de calibración previo a través de la interfaz gráfica de usuario HaViMo GUI.

Procesamiento de imágenes con Gradiente

El algoritmo segmenta la imagen en regiones (blobs) según el color, asignando un ID único a cada región y determinando las coordenadas de sus píxeles, así como las posiciones mínimas y máximas en los ejes X e Y. También calcula el centroide de cada región, útil para dirigir al robot hacia un objetivo específico basado en su posición.

UsbDynamixel

El UsbDynamixel de la Figura 5 es un dispositivo de comunicación USB que permite controlar y operar motores Dynamixel directamente desde una computadora. Este dispositivo se conecta a través del puerto USB de la PC y permite la conexión de varios motores Dynamixel utilizando conectores 3P y 4P. Su utilidad radica cuando no se tiene un puerto serial en tu computadora. También puede cambiar de puerto USB a puerto serial, lo que facilita la comunicación con los controladores exclusivos de Dynamixel.

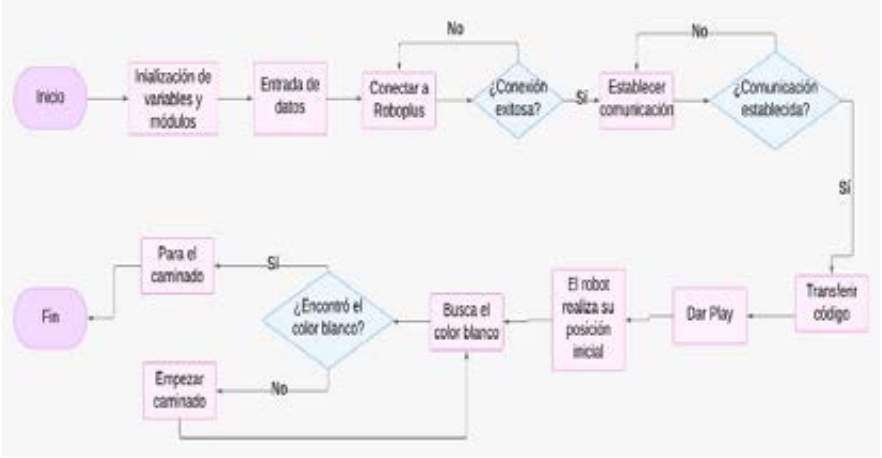
Figura 5. USBDynamixel.

Fuente: User manual USBDynamixel.

RESULTADOS

Para el desarrollo del proyecto se utilizó el software de programación Eclipse que al ser una plataforma de código abierto permite la compatibilidad con el controlador CM-530 utilizando la librería STM32F10X_LIB (Eclipse, 2021). La lógica de programación se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 6.

Figura 6. *Diagrama de flujo de datos del código.*



Utilizando la librería stm32f10x_lib, se desarrolló un código para el control de servomotores y la interpretación de datos de sensores, incluyendo el manejo de interrupciones para una rápida respuesta ante eventos, como la detección de patrones de blancos.

Para poder identificar objetos de color blanco fue necesario conocer su ubicación de este. Se empleó el algoritmo de gradiente para calcular y localizar el centroide del objeto. El centroide se formó por dos coordenadas (X y Y) y se calculó con la Ecuación 1 y Ecuación 2.

$$Cx = \left(\frac{MaxX - MinX}{2}\right) + MinX \quad \ldots (1)$$

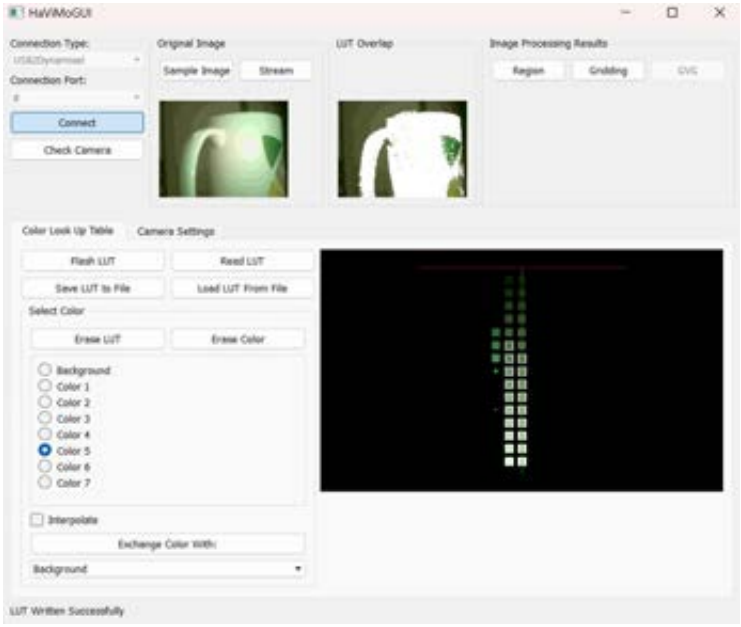
$$Cy = \left(\frac{MaxY - MinY}{2}\right) + MinY \quad \ldots (2)$$

A la estructura del robot Bioloid Premium Tipo A se adicionaron dos grados de libertad para incluir la cámara HaViMo 2.0. Los servomotores adicionales permitieron realizar los movimientos de guiñada y cabeceo en el robot, en la Figura *7* 7, se muestra el armado del robot.

Figura 7. *Cámara HaViMo 2.0 en robot Bioloid Premium Tipo A.*

Adicional a ello, se calibró y configuró el módulo HaViMo 2.0 que se muestra en la Figura 8, a través de la interfaz gráfica HaViMo GUI. Este software permite ajustar los parámetros de la cámara como exposición, ganancia, balance de blancos permitiendo así una identificación de colores más adecuada.

Figura 8. *Calibración y configuración de cámara HaViMo 2.0.*



El proyecto alcanzó el objetivo de implementar exitosamente un sistema de detección del color blanco en el robot Bioloid Premium tipo A utilizando la cámara HaViMo 2.0. Se logró

establecer una conexión estable entre el controlador CM-530 y la cámara, permitiendo la transferencia de datos en tiempo real para el análisis visual. El código desarrollado en el entorno Eclipse funcionó de manera eficiente, habilitando al robot para identificar y seguir patrones específicos en su entorno. Además, el sistema demostró un desempeño estable, manteniendo el equilibrio del robot mientras realizaba el seguimiento, lo que valida la funcionalidad y precisión del diseño implementado.

CONCLUSIONES

El proyecto demostró la viabilidad de integrar la cámara HaViMo 2.0 como sistema de visión en el robot Bioloid Premium Tipo A para tareas de seguimiento de patrones. La conexión estable entre el controlador CM-530 y la cámara permitió una transferencia de datos eficiente, asegurando la correcta detección y seguimiento de patrones en el entorno del robot. Además, la calibración de la cámara identificando los colores de forma precisa, contribuyeron significativamente al desempeño del sistema. Este trabajo sienta las bases para aplicaciones más complejas en robótica autónoma para el TecNM en Celaya.

El robot Bioloid Premium de la empresa Robotis demuestra ser una herramienta que posibilita en muchas maneras el estudio de aplicaciones en el área de robótica para un público que inicia su trayectoria en el área. La integración de la cámara HaViMo 2.0 es una alternativa de bajo costo para aplicaciones en donde el procesamiento de imágenes no demande un nivel alto de recursos al controlador.

El desarrolló de este trabajo representó una aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante la formación académica de los estudiantes de ingeniería y mostró el enfoque del Tecnológico Nacional de México en el desarrollo de proyectos innovadores que fomentan el aprendizaje basado en la experimentación y la solución de problemas reales en el ámbito de la robótica.

BIBLIOGRAFÍA

Brauer, P. (2013). *Control de un robot humanoide mediante redes neuronales pulsantes para la manipulación de objetos*. [Maestría en Ciencias de la Computación, Instituto Politécnico Nacional] https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/12683/1/Tesis%2013410.pdf

Cacique, V.; Camarillo, K., Ruiz, J., Pulido, K. y Nava, M. (2021). Desarrollo de algoritmos para la estimación de distancias y localización en un robot humanoide. *Pistas Educativas, No. 140.* https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/viewFile/2621/2028

Eclipse Foundation. (2021). *Eclipse IDE*. https://www.eclipse.org/

González, C., García M., Narváez, L. y Bacab, R. (2017). Robot Bioloid Premium Jaranero Controlado Remotamente Por Voz. *Pistas Educativas, No. 126*. https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/viewFile/834/846

Hernández, J., Santoyo, M. López, D., Camarillo, K., Perez, G. y Padilla, J. (2013). *Programación de portero humanoide para FIRA 2013.* XV COMROB 2013.

https://www.researchgate.net/profile/Karla-Camarillo-Gomez/publication/275343881_Programacion_de_Portero_Humanoide_para_FIRA_2013/links/5539235e0cf2239f4e7d1600/Programacion-de-Portero-Humanoide-para-FIRA-2013.pdf

ROBOTIS. (2021). *RoboPlus Software.* https://www.robotis.com/

Silva, A., Peña, C y Enrique, L. (2013). *Sistema de inspección y vigilancia utilizando un robot aéreo guiado mediante visión artificial*. Scientific Electronic Library Online. http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v10n2/v10n2a06.pdf

Vázquez, J. L., (2013). HaViMo 2.0: Módulo de Procesamiento de Imágenes.

Zavala, J., Cacique. V., Ruiz, C., Morales, A. y Valdovinos, J. (2019). Desarrollo de algoritmos para identificación de objetos implementados con método de mallado y gradiente en un robot humanoide. *Pistas Educativas, No. 134.* https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/viewFile/1982/1703

APRENDIZAJE BASADO EN RETOS Y EN SERVICIO SOCIAL PARA FORTALECER COMPETENCIAS EN INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

CHALLENGE-BASED LEARNING AND COMMUNITY SERVICE TO STRENGTHEN SKILLS IN BIOTECHNOLOGY ENGINEERING

J. Castillo Reyna[1]
C. R. Maldonado Barraza[2]
C. D. González Barriga[3]

RESUMEN

En la actualidad, la integración de proyectos reales en entornos empresariales es clave para mejorar la preparación académica y el desempeño estudiantil. Este estudio compara dos modelos educativos implementados en el Tecnológico de Monterrey: el modelo tradicional basado en clases impartidas por un profesor y el modelo Tec21 que emplea socios formadores para plantear desafíos en contextos reales. Se evaluaron seis grupos, recolectando datos cualitativos y cuantitativos. Los resultados cualitativos obtenidos a través de encuestas revelaron que los estudiantes valoraron positivamente la experiencia de servicio social, destacando su impacto en el aprendizaje y el beneficio para la comunidad. A nivel cuantitativo, los promedios finales evidenciaron un mejor desempeño académico en el modelo Tec21 en comparación con el modelo tradicional (p-valor 0.00). Además, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos dentro de cada modelo (p-valor 0.780). Estos hallazgos resaltan la importancia de los proyectos en la educación para potenciar el aprendizaje y fomentar la conciencia social en los estudiantes.

ABSTRACT

Integrating real projects into business environments enhances academic preparation and student performance. This study compares two educational models implemented in Tecnologico de Monterrey: the traditional model relies on lectures delivered by a professor, and the Tec21 model involves training partners to present challenges in real contexts. Six groups were assessed using a mixed-methods approach, gathering qualitative and quantitative data. The qualitative results, obtained through surveys, indicated that students valued the social service experience positively, emphasizing its impact on learning and its benefits to the community. On a quantitative level, the final averages demonstrated superior academic performance in the Tec21 model compared to the traditional model (p-value 0.00). Additionally, no significant differences were observed among the groups within each model (p-value 0.780). These findings underscore the importance of projects in education for enhancing learning and developing social awareness in students.

ANTECEDENTES

El servicio social constituye un componente fundamental en la formación universitaria, al vincular a los estudiantes con su entorno y fomentar valores de responsabilidad social y compromiso ciudadano. Sin embargo, una problemática es la falta de motivación de los estudiantes hacia su realización cuando no guarda una relación directa con su campo de estudio. Esta situación puede generar un desempeño deficiente y una percepción negativa del servicio social como una carga administrativa obligatoria y una disminución en el impacto potencial de estas iniciativas en las comunidades beneficiadas. No obstante, Méndez-García,

[1] Profesora Investigadora. Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México, jocastillo@tec.mx
[2] Directora de Ingeniería en Biotecnología, Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua, carmenrocio.maldonado@tec.mx
[3] Profesora Investigadora. Tecnológico de Monterrey, Campus Chihuahua, cgonzalezb@tec.mx

O. (2018) menciona que, en muchos programas universitarios, la asignación de espacios de servicio social no considera la afinidad con la carrera del estudiante, lo que provoca una percepción de irrelevancia académica y profesional. En consecuencia, se limita el impacto positivo que esta experiencia podría generar tanto en el desarrollo estudiantil como en el fortalecimiento de las comunidades

beneficiadas. Dado el papel clave del servicio social en la formación integral y en la generación de impacto social, resulta muy importante el generar entornos donde los estudiantes encuentren un apego en los temas y actividades realizadas dentro del servicio social.

El presente estudio busca explorar enfoques innovadores que permitan alinear estos programas con las expectativas de los universitarios, promoviendo así una mayor participación y compromiso en estas actividades y el desarrollo de competencias transversales. Por lo que una interrogante planteada es ¿cómo podría el servicio social impactar en la calidad del aprendizaje y en incrementar el interés por su realización?
Para tratar de responder a la interrogante anterior y así mismo impactar en el aprendizaje de su estudiantado, en 2019, el Tecnológico de Monterrey tomó la decisión de innovar en sus planes de estudio y en la forma de impartir clases en su nuevo Modelo Educativo Tec 21. Este modelo se centra en la formación de estudiantes basada en la resolución de retos o desafíos involucrando a socios formadores (SF) que buscan resolver problemas en sus empresas y que acuden a las aulas para compartir sus problemáticas con los estudiantes (Edutrends, 2015).

El aprendizaje basado en retos (ABR) es una metodología activa que busca que los estudiantes desarrollen habilidades de resolución de problemas. Se centra en el alumno y en la simulación de experiencias laborales reales. El ABR tiene sus raíces en el aprendizaje vivencial, que se basa en la idea de que los estudiantes aprenden mejor cuando participan activamente en experiencias de aprendizaje abiertas (Álvarez-Tostado, 2020). Así mismo, el ABR ha permitido incrementar no sólo los conocimientos teóricos de los estudiantes sino también sus habilidades transversales y prácticas para que sean capaces de responder a los cambios sociales, económicos, científicos y tecnológicos. Aunado a lo anterior, los socios formadores brindan a los estudiantes la oportunidad de adquirir experiencia en habilidades blandas como la comunicación, el trabajo en equipo, el liderazgo, la toma de decisiones y la resolución de problemas.

La carrera de Ingeniería en Biotecnología, perteneciente al departamento académico de Bioingeniería, en la Escuela de Ingeniería y Ciencias (EIC), se distingue por abordar problemáticas científicas y tecnológicas de gran impacto. Los estudiantes reciben su formación teórica como práctica, simultáneamente, en materias denominadas unidades de formación (UF). Dentro de estas UF existen materias que conllevan la resolución de una o más situaciones problema, y también existen bloques que involucran la resolución de retos proporcionados por un socio formador (previamente mencionados). El bloque *Experimentación In Vitro* es impartido en el quinto semestre, los estudiantes toman un curso de diez semanas en las cuales aprenden técnicas avanzadas de cultivo celular y desarrollan competencias clave como la gestión de la innovación. A través de este curso, los alumnos se enfrentan a escenarios académicos y sociales en los que deben demostrar habilidades de

comunicación efectiva, argumentación científica. Esta UF promueve la responsabilidad social, impulsando a los estudiantes a aplicar la biotecnología en la solución de problemas con impacto industrial, clínico, y/o ambiental (Saavedra-Gastélum, et al., 2024) y, además, se vincula con el departamento de servicio social y los socios formadores que apoyan con las experiencias vivenciales de los estudiantes.

Con la intención de incrementar el interés de los estudiantes en el servicio social en Experimentación in Vitro se tuvieron dos socios formadores, la Fundación Biósfera de Álica dedicada a la protección, conservación y desarrollo de la Sierra de Álica en Nayarit (Biósfera de Álica, s.f.), que colabora con universidades para la propagación de plantas, en alineación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 y el Museo de las Semillas en Chihuahua, para acercar la cultura, la ciencia y la tecnología a niños y adultos a través de actividades lúdicas que brinda un espacio para promover y desarrollar habilidades de investigación y difusión del conocimiento (Museo Centro Semilla, s.f.). La intención educativa de este trabajo radica en que al incorporar el servicio social en proyectos universitarios permita la aplicación directa de conceptos teóricos en escenarios reales, facilitando una comprensión más profunda y contextualizada de los contenidos académicos. De esta forma, se promueve la consolidación del conocimiento y la capacidad de resolver problemas complejos, aspectos fundamentales en la formación de profesionales competentes (Smith, A., & Johnson, B. 2016; Martínez, S., y Pérez, G., 2019).

METODOLOGÍA

El objetivo de la investigación fue evaluar si el desarrollo de proyectos vinculados al departamento de servicio social impacta positivamente en el desempeño del aprendizaje de los estudiantes de *Experimentación in vitro* de Ingeniería en Biotecnología. Es importante mencionar que la malla curricular de los planes anteriores no contemplaba un proyecto social vinculado a la clase, por otro lado, el modelo Tec 21 cuenta con un atributo llamado “Sentido Humano”, que requiere de la vinculación con SF cuyos proyectos fueron el mantenimiento del jardín botánico, la propagación de plantas en peligro de extinción en el estado de Chihuahua, la implementación de talleres prácticos para las personas visitantes al Museo Semilla del estado de Chihuahua.

Como parte de la consolidación del proyecto de vinculación social, los estudiantes entregaron diversos productos que se detallan a continuación:

1. Una página web para el inventario electrónico de especies vegetales presentes en el jardín botánico del museo de semillas. Impresión de Códigos QR informativos de cada una de las especies vegetales del jardín botánico. Inventario electrónico de material vegetal y desarrollo de una página web de acceso a los visitantes del museo Semilla. Durante la impartición de la UF, el jardín botánico se dividió en áreas en las que se realizó compostaje, resiembra de cultivos y podas, consolidando el aprendizaje obtenido, todo se puede observar en la Figura 1.
2. Una página web para la divulgación de especies en peligro de extinción endémicas de Chihuahua, así como el desarrollo de protocolos de cultivo in vitro en colaboración con la Fundación Biosfera de Álica.
3. La producción de 550 plantas cultivadas in vitro, que posteriormente se obsequiaron a los visitantes del museo de semillas, en la Figura 2 se puede observar el mantenimiento al jardín

botánico.

4. Un video integrativo con las explicaciones de todas las actividades que se realizaron, y material didáctico que fue donado al museo para el posterior desarrollo de talleres que se observan en la Figura 3, la implementación de talleres prácticos referentes al cultivo e importancia de la conservación de plantas en la primaria Tarahumara de la ciudad de Chihuahua.

Figura 1. *Página web con acceso para visitantes del museo, catalogo digital de plantas del jardín botánico, protocolos de conservación de plantas en peligro de extinción Biosfera de Álica.*

Figura 2. *Mantenimiento jardín botánico y plantas en cultivo in vitro donadas para los visitantes del museo.*

Figura 3. *Talleres de divulgación en Museo Semilla y primaria Tarahumara.*

En esta investigación se consideraron datos cuantitativos y cualitativos, es decir, es una investigación mixta (Ramos, Mónica 2014). Resultados cuantitativos, se realizaron *exámenes argumentativos* sobre los temas teóricos vistos en clase. Para esto, se evaluaron 6 grupos: dos con 46 estudiantes correspondientes al Modelo Tec 21 y cuatro grupos de 79 estudiantes del plan de estudios anterior (planes 2017) que no incluyeron proyectos vinculados con SF ni con sentido humano. En cuanto a los resultados cualitativos, se realizaron *encuestas de satisfacción*, que fueron respondidas al finalizar el proyecto con la finalidad de medir el grado de satisfacción y aceptación.

RESULTADOS

La Figura 4 muestra los resultados cualitativos obtenidos de una encuesta aplicada en Google, la cual evaluó (a) el grado de satisfacción de los estudiantes al realizar el proyecto, (b) la importancia del servicio social como fuente de conocimiento, (c) los beneficios generados en la comunidad, y (d) la importancia de los temas teóricos para la realización del proyecto del museo semilla. Se observa que el 89% de los estudiantes quedaron extremadamente satisfechos con el proyecto(a), para el 63% el servicio social fue muy importante para su aprendizaje (b), el 100% de los estudiantes confirmó que la comunidad se benefició con este proyecto aunque la percepción del grado de beneficio fue en diferentes grados (c) (desde un 12% poco beneficio, hasta un 50% beneficio extremo) y (d) que el 65% de los estudiantes estuvieron de acuerdo en que los temas teóricos de la UF fueron muy relevantes para el desarrollo del proyecto.

Esta investigación destaca la importancia de realizar actividades de servicio social enfocadas en experiencias vivenciales como medio para mejorar el desempeño de los estudiantes. Esto fue reportado en el trabajo de Castillo-Reyna et al., (2022) que implementaron proyectos de servicio social como promotores del crecimiento profesional. Así mismo, Smith et al., (2005) reportan el uso de pedagogías como el servicio social y el aprendizaje basado en problemas, para involucrar a los estudiantes.

En cuanto a las calificaciones de los cursos, se obtuvieron un total de 125 calificaciones finales, que se plasman en la Tabla 1, de dos modelos educativos y su distribución por género, 76 estudiantes mujeres y 49 hombres, en seis grupos diferentes tres de planes anteriores y tres de Tec 21. En la Figura 5 se observa la variabilidad en las calificaciones en los grupos del modelo educativo anterior, pero las calificaciones promedio son casi iguales. En cambio, en los grupos del modelo educativo Tec21, la nota promedio es más alta y hay poca

variabilidad de las calificaciones.

Se realizó un análisis de varianza considerando el modelo educativo del Tecnológico de Monterrey y sus correspondientes grupos, tenemos evidencia estadística para afirmar que el rendimiento académico de los estudiantes del modelo educativo Tec21 fue significativamente mayor que el rendimiento de los estudiantes del modelo Tec20 (p-valor 0.00). Asimismo, no hubo diferencia entre las calificaciones finales promedio de los 4 grupos del Tec20, y entre las calificaciones finales de los 2 grupos del modelo educativo Tec21 (p-valor 0.780), como se puede observar en la Tabla 2.

El servicio social cuya función es actuar como una herramienta puede ser utilizada por los docentes para generar apegos en el aprendizaje y desarrollo intelectual en los estudiantes. Cuanto más activa sea una lección, más probabilidades habrá de que los estudiantes se involucren intelectual y emocionalmente en las actividades de aprendizaje. El aprendizaje cooperativo es la base sobre la que se sustentan muchos de los procedimientos de aprendizaje activo.

Los procedimientos de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en problemas, y el aprendizaje colaborativo, requieren que los estudiantes trabajen cooperativamente en grupos pequeños para lograr aprendizajes conjuntos (Ramos, Mónica. 2014).

Tabla 1. *Número de estudiantes por modelo educativo.*

Modelo Educativo	Número de estudiantes	Femenino	Masculino	Grupos
Plan anterior	79	49	30	3
Tec21	46	27	19	3
Total	125	76	49	6

Figura 4. *Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes involucrados en el proyecto.*

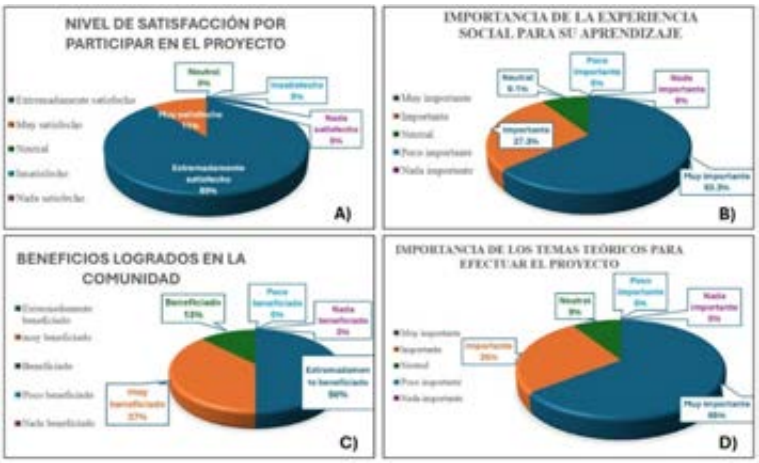
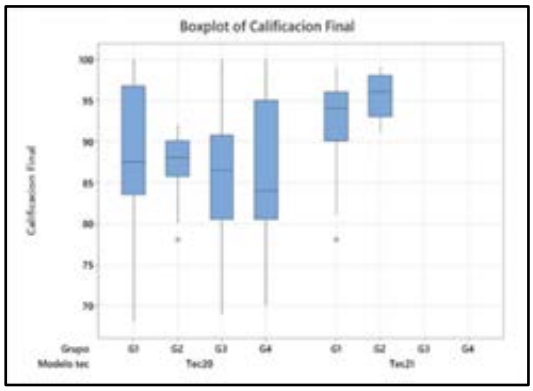


Figura 5. *Dispersión de calificaciones por grupos de cada modelo educativo.*



Los programas de aprendizaje-servicio comunitario en las escuelas se experimentan en todo el mundo en contextos muy diversos. En el Tecnológico de Monterrey, existían asignaturas que al programarse para ejecución semestral tenían un atributo denominado: "ciudadanía transversal" tal como lo comenta Smith, K. A., et al. (2005), y en ellas los estudiantes debían realizar actividades extra horarias para poder ser evaluado en el área de servicio social. De hecho, en estas materias el rendimiento académico estaba vinculado al máximo de horas de servicio social que se le podía otorgar a un estudiante. En el Modelo Tec21 estas materias evolucionaron y algunas UF que involucran un desafío por resolver, tienen la responsabilidad de realizar actividades académicas en conjunto con actividades comunitarias en beneficio de una población.

Tabla 2. *Análisis de la varianza por modelo-grupo educativo.*

Fuente		DF	Ajuste SS	Adj MS	Valor F	Valor p
Modelo Tec		1	767,57	767,57	16.48	0.000
Grupo		3	50,64	16,88	0,36	0.780
Error	120	5587.4	46,56			
Total	124	7128.4				

En concordancia con los presentes resultados, Afzal. A. (2020) menciona que un programa de aprendizaje-servicio comunitario tiene un impacto positivo en las habilidades sociales de los estudiantes. Los hallazgos de su estudio indican que la conciencia de promover el servicio comunitario en las escuelas se basa no sólo en dar a los estudiantes puntos de crédito adicionales a sus calificaciones, sino que servir a los demás o a la propia comunidad también los convierte en mejores ciudadanos. Por ello, recomiendan que incluir un modelo de aprendizaje-servicio más inclusivo en el currículo escolar es una excelente manera de fomentar el interés en su comunidad y mejorar el rendimiento académico. Otro caso de éxito es el realizado por Taylor, W., et al (2017) donde implementaron el aprendizaje-servicio en cursos básicos de enfermería permitiendo a los estudiantes enfrentar el desafío de aplicar una gestión compleja del cuidado dentro de un contexto de competencia cultural, y responsabilidad social, lo que resulta en realizar cambios positivos y sostenibles dentro de

una comunidad, al mismo tiempo que prepara a los estudiantes para ver a los clientes de manera integral, pensar críticamente y desarrollar competencia cultural. Trabajar con líderes comunitarios de diversos grupos puede conducir a proyectos sostenibles que beneficien simultáneamente a la comunidad y a la educación de enfermería.

En otro caso de éxito, Alexander-Ruff, JH et al. (2019) evaluó la experiencia de un grupo de estudiantes de enfermería que pasó una semana en una comunidad indígena rural, versus estudiantes sin experiencia comunitaria. Los resultados evidenciaron que la exposición directa a este entorno favoreció el desarrollo de una mayor conciencia cultural, esencial para una atención sanitaria óptima, demostrando un incremento significativo en las competencias transversales entre los estudiantes que vivenciaron la experiencia comunitaria. por tanto, se puede decir que el trabajo conjunto en proyectos que involucran a diversas comunidades y disciplinas impulsa el desarrollo del trabajo en equipo y la capacidad de gestionar la interacción entre distintos actores. Esta experiencia colaborativa enriquece la perspectiva de los estudiantes, permitiéndoles abordar problemáticas desde múltiples enfoques y desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles (Calvert, V., 2013).

La integración del servicio social en proyectos universitarios de ingeniería ha demostrado ser una estrategia eficaz para fusionar el aprendizaje teórico con la aplicación práctica en contextos reales. Estas vinculaciones no solo refuerzan las competencias técnicas de los estudiantes, sino sus habilidades blandas esenciales: trabajo en equipo, comunicación y liderazgo (Dudley, J. 2015; Smith, A., & Johnson, B. 2016). Por ejemplo, García, L., & Martínez, M. (2018) describieron cómo la participación de estudiantes en proyectos de ingeniería orientados a la solución de problemáticas locales permitió identificar y abordar necesidades críticas de comunidades vulnerables, generando soluciones innovadoras y sostenibles en áreas de infraestructura y medio ambiente. Además, investigaciones adicionales han resaltado que el contacto directo con actores sociales y comunitarios fomenta una mayor sensibilidad ética y cultural, capacitando a los futuros ingenieros para desarrollar proyectos que integren efectivamente criterios de responsabilidad social y sostenibilidad (Rodríguez, A., et al., 2017; Martínez, S., y Pérez, G., 2019).

En conjunto, estos hallazgos subrayan la importancia de incorporar el servicio social en la formación en ingeniería, ya que fortalece la relación entre la academia y la comunidad, impulsando un desarrollo profesional comprometido con los desafíos y demandas de la sociedad contemporánea. (Calvert, V. 2013) comenta que el Aprendizaje-Servicio (SL) se ha consolidado como una estrategia pedagógica que no solo proporciona un entorno educativo enriquecedor, sino que también promueve un impacto positivo en las comunidades a nivel local y global. Diversos estudios han demostrado que los programas de vinculados con el servicio a una comunidad favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas y fortalecen el compromiso cívico de los estudiantes, al tiempo que contribuyen a la sostenibilidad de las organizaciones comunitarias mediante servicios específicos y actividades de financiamiento.

CONCLUSIONES

Durante este proyecto, los estudiantes participaron guiados por sus profesores y demostraron un enfoque para realizar el laboratorio de cultivo vegetal como base de datos donde los visitantes pueden consultar el inventario del jardín. botánico. Este proyecto se convirtió en una herramienta invaluable para promover la educación en biotecnología en un sector de la

población del estado de Chihuahua, y al mismo tiempo, fomentar el interés comunitario por la botánica y la importancia de preservar los recursos naturales e incluso en el rescate de especies en peligro de extinción. Por esa razón, el curso Experimentación In Vitro está alineado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible #15 relacionado con la Vida Terrestre. Esta investigación también estableció el desarrollo de habilidades transversales y la relevancia del aprendizaje basado en retos, sin los cuales, los estudiantes permanecerían en el estado de adquisición de conocimientos teóricos del aprendizaje tradicional.

La importancia de este proyecto realizado en conjunto con el departamento de servicio social, además de mejorar el desempeño de los estudiantes reflejado en el aumento de sus calificaciones finales, resultó en el desarrollo de la responsabilidad social estudiantil y se convirtió en un proyecto emblemático para el Museo de Semillas en el Estado de Chihuahua. La experiencia de servicio social que incluye el aprendizaje experiencial también ayuda a los estudiantes a retener el conocimiento que han adquirido durante más tiempo que cuando lo adquieren tradicionalmente en un aula.

La participación en actividades de servicio social contribuye significativamente al fortalecimiento de habilidades interpersonales y técnicas, tales como el liderazgo, la comunicación efectiva y la resolución de problemas. Estas competencias transversales, indispensables en entornos profesionales multidisciplinarios, complementan la formación técnica y preparan a los egresados para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual. La vinculación directa con problemáticas sociales y ambientales a través del servicio social sensibiliza a los futuros ingenieros respecto a la importancia de la ética profesional y la responsabilidad social enfocada a su comunidad. Este contacto con realidades diversas impulsa la orientación hacia la implementación de soluciones sostenibles e inclusivas, fortaleciendo el compromiso de los egresados con el bienestar de la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

Afzal. A. y Hussain, N. (2020). Impacto del aprendizaje en servicio comunitario en las habilidades sociales de los estudiantes. Revista de Educación y Desarrollo Educativo7(1), 55-70, 2020. https://www.researchgate.net/publication/342749037_The_Impact_of_Community_Service_Learning_on_the_Social_Skills_of_Students

Alexander-Ruff, JH y Kinion, E.S. (2019). Desarrollar una experiencia de aprendizaje-servicio de inmersión cultural para estudiantes de pregrado en enfermería. Revista de Educación en Enfermería, 58(2), 117–120 https://doi.org/10.3928/01484834-20190122-11

Álvarez-Tostado Fernández, M. (2020) Aprendizaje Basado en retos, una respuesta para educar el liderazgo social. Edubits. Instituto para el Futuro de la Educación. Recuperado el 14 de febrero de 2025 de https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/aprendizaje-basado-en-retos-liderazgo-social/#:~:text=El%20Aprendizaje%20Basado%20en%20Retos%20(ABR%20por%20sus%20siglas%20en,campo%20de%20oportunidad%20para%20lograrlo.

Biosfera de Álica. Quiénes somos. (s/f). Biosferadealica.org. Recuperado el 14 de febrero de

2025, de https://biosferadealica.org/quienes-somos/

Castillo-Reyna, J., Gonzalez-Barriga, C. D., & Silveyra-Sáenz, G. A. (2022). The experiential learning in microbiology laboratory class applied in social assistance foundations. EDULEARN Proceedings, 10202–10208. https://library.iated.org/view/CASTILLOREYNA2022EXP

Calvert, V. (2013). *Building sustainable communities through service learning*: Criteria for selecting the optimal community partner. The International Journal of Sustainability Education, 8(1), 79-89. https://doi.org/10.18848/2325-1212/CGP/v08i01/55337

Dudley, J. (2015). Integrating service learning into engineering education: Enhancing technical skills and community engagement. *Journal of Engineering Education and Social Responsability, 25*(2), 123–135. https://www.researchgate.net/publication/304090552_Service_Learning_in_Engineerin

Edutrends. (2015). Año 2, número 6. Editada por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Monterrey. Recuperado el 14 de febrero de 2025, de https://observatorio.tec.mx/wp content/uploads/2023/03/06.EduTrendsAprendizajeBasadoenRetos.pdf

García, L., & Martínez, M. (2018). Community-driven infrastructure development: A rural engineering case study. *Journal of Civil Engineering and Community Development, 15*(3), 198–210. https://www.researchgate.net/publication/330557112_Integrating_Civil_Engineers_and_other_Stakeholders_into_the_Revitalization_Process_of_Small_Town_and_Rural_Communities

Martínez, S., y Pérez, G. (2019). Assessing the impact of community engagement on engineering education: A longitudinal study. *Journal of Social Engineering Studies, 8*(2), 77–89. https://www.researchgate.net/publication/354546683_Community_engagement_in_engineering_education_A_systematic_literature_review

Méndez-García, O. (2018). De La Facultad Administrativas Y Sociales, G. D. E. L. P. D. E. S. S. (s/f). Universidad Autónoma de Baja California. Uabc.mx. Recuperado el 19 de febrero de 2025, de https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/ce726dc7-0ce2-4309-b833-2c2622891232/content

Museo Centro Semilla. (s/f). México es Cultura. Recuperado el 9 de enero de 2024 de https://www.mexicoescultura.com/recinto/67210/museo-centro-semilla.html

Ramos, Mónica (2014). Metodología del Trabajo Universitario II. Técnicas e instrumentos de recolección de datos Recuperado el 14 de marzo de 2022 de: https://es.slideshare.net/JoseMendozaCastillo/12-instrumentos-de-recoleccin-de-

datos

Rodríguez, A., López, E., & Fernández, R. (2017). Fostering sustainable engineering practices through service learning. *Sustainable Engineering Journal, 12*(1), 45–60. https://www.researchgate.net/publication/385974733_Fostering_sustainable_development_values_among_engineering_students_using_Service-Learning http://dx.doi.org/10.3389/feduc.2024.1408896

Saavedra-Gastélum, V., González Almaguer, C. A., Angulo Bejarano, P. I., & Sharma, A. (2024, July 3-4). Successful Project Management of in the In-vitro Experimentation block of the TEC21 Educational Model. 28th International Congress on Project Management and Engineering, Jaén, Spain. http://dspace.aeipro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/3715/AT09-001_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Smith, A., & Johnson, B. (2016). Bridging theory and practice in engineering: The role of community projects. *International Journal of Engineering Practice, 10*(4), 210–225. https://www.researchgate.net/publication/377536281_Bridging_Theory_and_Practice_The_Role_of_Site_Visits_in_Environmental_Engineering_Learning http://dx.doi.org/10.53623/apga.v3i1.326

Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2005). Pedagogies of engagement: Classroom-based practices. Journal of Engineering Education, 94(1), 87–101. https://www.researchgate.net/publication/264467167_Pedagogies_of_Engagement_Classroom-Based_Practices

Taylor, W., Pruitt, R., & Fasolino, T. (2017). Innovative use of service-learning to enhance baccalaureate nursing education. Journal of Nursing Education, 56(9), 560-563. https://doi.org/10.3928/01484834-20170817-09

APRENDIZAJE EXPERIENCIAL COMO FACTOR EN LA FORMACIÓN DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

EXPERIENTIAL LEARNING AS A FACTOR IN THE TRAINING OF ENGINEERING STUDENTS

A. Herrera Campos[1]
S. E. León Sosa[2]

RESUMEN

La educación superior busca implementar diferentes estrategias en la dinámica de clase, este estudio analiza la aplicación del aprendizaje experiencial en la formación de ingenieros financieros de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (Upemor), específicamente en la asignatura de Control de Riesgos. El objetivo consistió en aplicar la metodología de David Kolb sobre el aprendizaje experiencial, a través de un proyecto individual de identificación, cuantificación y control de riesgos financieros en una empresa con cotización en la Bolsa Mexicana de Valores, lo anterior, para el logro del objetivo de aprendizaje de la asignatura, la muestra fue de tipo incidental con 169 participantes que se encontraban cursando el octavo cuatrimestre de la carrera. Este tipo de aprendizaje, tuvo resultados positivos en la formación de ingenieros financieros, dado que se observó una correlación positiva entre la aplicación de la metodología y las calificaciones obtenidas, a su vez, un porcentaje significativo de estudiantes desarrollaron proyectos similares en empresas locales durante su estadía profesional. Finalmente, se concluyó que el aprendizaje experiencial es una herramienta valiosa para la formación de ingenieros financieros, el proyecto aplicado permitió a los estudiantes desarrollar un aprendizaje significativo, adquirir habilidades clave y aplicar sus conocimientos en el ámbito profesional, lo que se tradujo en un mejor rendimiento académico y una preparación más sólida para su futuro laboral.

ABSTRACT

This study analyzes the application of experiential learning in the training of financial engineers at the Polytechnic University of the State of Morelos (Upemor), specifically in the subject of Risk Control. The objective was to apply David Kolb's methodology on experiential learning, through an individual project of identification, quantification and control of financial risks in a company listed on the Mexican Stock Exchange, in order to achieve the learning objective, the sample was incidental with 169 participants who were in the eighth period of the course. This type of learning had positive results in the training of financial engineers, since a positive correlation was observed between the application of the methodology and the grades obtained, and a significant percentage of students developed similar projects in local companies during their professional stay. Finally, it was concluded that experiential learning is a valuable tool for the training of financial engineers; the applied project allowed students to develop significant learning, acquire key skills and apply their knowledge in the professional environment, which means in better academic performance and better preparation for work.

ANTECEDENTES

En un contexto general, el aprendizaje es descrito como una modificación cognitiva que se ajusta a datos generados en diferentes ambientes, hace referencia a la comprensión y el manejo de la información, el mismo, otorga significado a las cosas, lo que conlleva la elección, interpretación y contextualización de la información, a su vez representa un procedimiento en el que las personas forman mapas cognitivos de su ambiente, otorgando significado al entorno y a los sucesos que no se ajustan a la experiencia personal, interpretándolos con base a su propio marco de referencia, es por esto que el tipo de

[1] Profesora de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. aherrerac@upemor.edu.mx
[2] Profesora de Tiempo Completo. Universidad Politécnica del Estado de Morelos. lsandra@upemor.edu.mx

aprendizaje es determinante para conducir las estrategias que se deben aplicar en el aula de clases (Jaime Ojea, 2011).

Dentro de la formación de ingenieros, con base a una educación integral a través del modelo basado en competencias, se buscan las alternativas que serán de apoyo al estudiante para completar su proceso de aprendizaje, en este contexto se cita la formación de ingenieros financieros involucrando al aprendizaje experiencial, en este los estudiantes realizan proyectos cuya finalidad es que aprendan y desarrollen capacidades a través de una experiencia en el mundo real (Ortega, Casanova, Paredes, & Canquiz, 2019).

Este estudio guarda relación con las experiencias y recomendaciones en la formación de ingenieros, debido a que los proyectos basados en aprendizaje experiencial se aplican en aula, pero son escalables hasta el entorno laboral, lo mencionado, se basa en que los alumnos participan en actividades que imitan escenarios reales que necesitan de la ingeniería para su desarrollo, abarcando desde la planificación hasta la solución de problemas y toma de decisiones. Esta experiencia les da la oportunidad de poner en práctica sus conocimientos y lograr colaboración, comunicación y liderazgo en su entorno (Equipo Editorial eLearning, 2022).

Se seleccionó a un grupo de estudiantes para realizar un proyecto de control de riesgos financieros en la organización, con el objetivo de aplicar el aprendizaje experiencial, a través de la identificación, cuantificación y control de riesgos en una empresa con cotización en la Bolsa Mexicana de Valores, con esto se buscó respuesta a las siguientes preguntas de investigación 1)¿Elaborar un proyecto de control de riesgos financieros en una organización, aplicando el aprendizaje experiencial, permitirá a los estudiantes lograr alcanzar el objetivo de aprendizaje de la asignatura de Control de Riesgos como parte de su formación como ingenieros financieros? y 2) ¿Los aprendizajes generados con la actividad de control de riesgos, podrán incorporarse en las estadías profesionales con empresas locales?.

La actividad se llevó a cabo en dos distintos cuatrimestres, enero-abril de 2023 y enero abril-2024, debido a que en ese periodo se sitúa la asignatura de Control de Riesgos, correspondiente al octavo cuatrimestre dentro del tercer ciclo de formación de la carrera de Ingeniería Financiera.

El desarrollo de esta actividad permitió contribuir en la formación de los ingenieros financieros, dado que esta materia tiene como objetivo establecer factores de riesgo y controlarlos a fin de diseñar estrategias para la toma de decisiones en los procesos económicos y financieros de la organización, la asignatura cuenta con 3 unidades de aprendizaje, la primera se orienta a la detección oportuna de riesgos en una organización, la segunda identifica las medidas de control y finalmente en la última unidad se deberá estructurar el perfil de riesgo de la empresa. Con base en el contenido de esta asignatura se aplicó el proyecto “Control de riesgos financieros en la organización”, ya que permite una comprensión práctica en congruencia con el contenido temático.

METODOLOGÍA

El éxito del aprendizaje se logra después de varios procesos, así como de la selección adecuada de las estrategias y actividades que permiten asimilar de una manera adecuada los

contenidos académicos. En este contexto, el enfoque de aprendizaje experiencial de David Kolb sostiene que el estudiante adquiere y potencia habilidades mediante la vivencia en el mundo real. Estas experiencias de deben organizar adecuadamente con base a los objetivos educativos que se deseen lograr en el perfil del estudiante, a su vez, el proceso de aprendizaje es más eficiente y creativo cuando se realiza mediante la experiencia y el descubrimiento.

Este tipo de aprendizaje sugiere 4 etapas:

- En primer lugar, la Experiencia Concreta (Actuar) es donde el estudiante se involucra en una actividad referente al objetivo del aprendizaje en función de su sentir al estar implicado en la actividad.
- Así mismo se considera que en la observación reflexiva (Observar) el estudiante examina la experiencia y el aprendizaje obtenido en la experiencia concreta, es decir analiza su experiencia y lo aprendido durante la actividad mencionada en la fase anterior y entra en juego la comunicación.
- En la tercera etapa sobre la conceptualización abstracta (Pensar) los estudiantes ordenan la información y los conocimientos adquiridos en el transcurso de la actividad seleccionada, con el propósito de que sean asimilados y transferidos.
- Finalmente, en la experimentación activa, el estudiante emplea los conocimientos que ha adquirido a la vida real, esto originará una experiencia nueva a partir de la cual el ciclo de aprendizaje experiencial puede iniciar nuevamente (Equipo Editorial eLearning, 2022).

Este tipo de aprendizaje ha llevado a investigaciones del tema, como las realizadas por Miriam Gleason Rodríguez quien en el 2020, en su artículo *Implementación del aprendizaje experiencial en la universidad, sus beneficios en el alumnado y el rol docente*, brinda los parámetros de la implementación de esta metodología dentro del aula, debido a que las universidades están incorporando el aprendizaje experiencial a sus modelos educativos, mediante proyectos elaborados en el mundo real, dando como resultado, que los estudiantes apliquen el conocimiento disciplinar en experiencias reales y desarrollen competencias importantes como la creatividad, comunicación, colaboración y pensamiento crítico, con esto, el papel del docente ha cambiado y lo anterior es imprescindible para las innovaciones educativas (Gleason & Rubio, 2020).

Con base al contexto anterior, se aplicó el aprendizaje experiencial de David Kolb en la formación de Ingenieros financieros, desarrollándose a través de un proyecto de "Control de riesgos financieros en la organización", mediante un estudio de tipo descriptivo (Arias, 2012), ya que se presentan las etapas del proyecto estructuradas mediante la metodología de aprendizaje experiencial, se utilizó un muestreo de tipo incidental (Parra, 2017), ya que se seleccionó directamente a 169 participantes, quienes se encontraban cursando el octavo cuatrimestre de la carrera de Ingeniería Financiera. La recolección de información se realizó entre enero-abril 2023 y enero-abril 2024.

Al final de ambos periodos, se aplicó un instrumento de medición a través de un formulario de Google Forms de 10 reactivos, el cual fue analizado con estadística descriptiva, en el que se recopilaron los resultados tanto académicos como de percepción del estudiante, de cómo este proyecto, contribuyó en la obtención del aprendizaje significativo sobre el control de

riesgos, a su vez, se realizó una correlación simple de las calificaciones obtenidas en la asignatura, con la variable del resultado de la percepción del estudiante sobre la metodología de aprendizaje experiencial.

RESULTADOS

Para contextualizar los resultados, se hace referencia al significado de Riesgo Financiero, este se interpreta como la posibilidad de que se sufra un perjuicio de carácter financiero, ocasionado por la incertidumbre, en el comportamiento de variables financieras y económicas a futuro en una organización (Venegas, 2008).

De acuerdo a los datos presentados en 2023 por la revista expansión, los riesgos que enfrenta el sistema financiero mexicano y por ende las organizaciones, vulneran su estabilidad, crecimiento y rentabilidad, factores como la volatilidad del tipo de cambio afectan por las diversas relaciones comerciales que tiene México con otros países alrededor del mundo, a su vez, la inflación afecta los costos de producción y por ende el poder adquisitivo, por lo anterior antes expuesto las empresas se ven obligadas a estructurar estrategias para el control de riesgos financieros (Avila, 2023).

La actividad individual de Control de riesgos financieros en la organización, involucrando al aprendizaje experiencial, facilitó al estudiante la comprensión de la asignatura al establecer cómo identificar riesgos en una organización real y llevar a cabo estrategias.

Refiriendo el contexto de los participantes de este estudio, se resalta que pertenecían al programa de Ingeniería Financiera, cursando el octavo cuatrimestre, es decir a menos de 3 cuatrimestres de egresar, sus edades se situaban en un rango de 20 a 30 años.

En la Figura 1, se aprecia la aplicación del aprendizaje experiencial, dentro de la asignatura de control de riesgos, en las 4 fases propuestas por Kolb:

Figura 1. *Etapas del Aprendizaje experiencial en Control de Riesgos.*

Experimentación Activa

En la primera etapa de la experiencia concreta, que indica que el estudiante se involucra en una actividad referente al objetivo de aprendizaje, se determinó estructurar el proyecto de control de riesgos financieros en la organización, mismo que buscaba cumplir el objetivo de aprendizaje referente a establecer factores de riesgo y controlarlos para estructurar estrategias en la toma de decisiones de una organización, en este apartado se diseñó un proyecto individual, el cual consistió en seleccionar una empresa con cotización en la Bolsa Mexicana de Valores, con información histórica de 5 años en cotización accionaria vigente y 4 años de información financiera histórica, lo anterior para identificar los riesgos en una organización real, para que el estudiante tuviera una experiencia concreta sobre la identificación de riesgos de esa organización.

En la Figura 2, se cita una de las empresas, en la cual se desarrolló este proyecto, esta organización distribuye materiales de construcción en México y el extranjero, en esta etapa se identificaron los factores de riesgo operativos, legales, mercado, liquidez, crédito y del entorno, se diseñó una matriz de riesgos, donde se concentraron los factores de la exposición al riesgo, sus medidas de control y la ponderación de acuerdo a la escala Likert (Matas, 2018).

Figura 2. *Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos.*

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Empresa:
N° Empresa:
Sucursal:

Responsable Área

Objetivo Estratégico:

Conectar el mundo y ofrecer un mejor futuro para todos, nos inspira a cambiar la industria de la construcción hacia soluciones más rentables, eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

Tipo	Riesgo	Actividad (Qué puede salir mal)	Nivel de riesgo	Calidad de la Gestión: Tipo de medida de control	Efectividad	Promedio (*)	Riesgo residual (**
Entorno	Laboral	Cemex ha enfrentado paros laborales que han interrumpido temporalmente sus operaciones, por ejemplo, en España y Colombia por negociaciones colectivas.	3	Comunicación efectiva es que implementó una serie de canales de comunicación para tener un diálogo abierto como: reuniones periódicas con los sindicatos	4	3	1
				Cultura de prevención de conflictos: CEMEX implementó programas y talleres para fomentar la resolución pacífica de conflictos.	2		
				Mantenimiento de las operaciones críticas: CEMEX implementó un plan para mantener las operaciones esenciales funcionando durante el paro.	2		
Entorno	Biológico	La pandemia de coronavirus representó un riesgo importante para las operaciones de Cemex desde 2020. El ausentismo laboral por contagios obligó en algunos casos a paralizar plantas y proveionar equipos de protección personal	5	Protocolo de Seguridad Industrial: CEMEX COVID-19 que se aplica en todas las operaciones de CEMEX.	4	3.33	1.50
				Responsabilidad del Equipo de Respuesta a Fuerza (ERF) de planta, gerentes y empleados: deben de asumir la responsabilidad de implementar estas medidas	4		
				El protocolo de trasladar al lugar del trabajo en una guía que establece medidas preventivas recomendadas	2		
Operativos	Deficiencia del control interno	Irregularidades contables en España: En 2019 se reveló que ejecutivos de Cemex España habían llevado a cabo prácticas irregulares de contabilidad entre 2013 y 2014 para mejorar artificialmente los resultados financieros de esta sociedad	3	Provisionamiento de Operaciones: CEMEX provisiona todas las operaciones en cuentas por cobrar o por pagar, independientemente si con de contado o a crédito.	4	4	0.75
				CEMEX cuenta con un órgano responsable como concepto de administración y comisión de auditoría para llevar la supervisión.	4		
				Concepto de Administración que es el responsable de asegurar la información financiera que Cemex quiere hacer pública periódicamente	4		
Operativos	Errores humanos	En 2013, un trabajador de Cemex en una planta de México olvidó cerrar una válvula, lo que provocó la fuga de 200 toneladas de ácido sulfúrico. La fuga contaminó el suelo y el agua de la zona, y provocó la muerte de peces y otros animales.	3	Delimitación de Áreas de Trabajo	4	4	0.75
				Plastico y alfombras, los trabajadores tienen que utilizar protectores auditivos y ropa antiderrames.	4		
				Ambiente peligroso cuando hay altas concentraciones de polvo utilice mascarillas protectoras	4		
Legales	Riesgo de documentación	Riesgo de pérdida de información. En 2007, CEMEX fue demandada por la empresa Rinker Materials por la pérdida de información confidencial. Rinker alegaba que CEMEX había perdido documentos que contenían información sobre sus operaciones mineras, lo que le dio a	3	Implementó la Política de Seguridad de la Información	4	4	0.75
				Encriptación de datos	4		
				Auditorías de seguridad, realizar una auditoría seguridad de forma regular para así poder detectar vulnerabilidad en los sistemas y protegerlos	4		

Observación reflexiva

En esta etapa los estudiantes conformaron *focus group* de 6 integrantes, cada estudiante expuso los resultados de la identificación de riesgos, las medidas de control y las mediciones efectuadas de la matriz de riesgos correspondiente, a su vez recibió retroalimentación acerca de la elaboración de la matriz y sugerencias de mejora, se llevó a cabo la reflexión del proyecto, sobre que al tratarse de una empresa que existe en la vida real, es más fácil aplicar las metodologías de riesgo y aproximarse a lo que sería desarrollar un proyecto similar siendo miembro de una empresa.

Conceptualización abstracta

En esta etapa cada estudiante ordenó la información obtenida en la matriz de riesgos, con la identificación y la ponderación de la matriz, dado que una vez que los conocimientos fueron asimilados, se procedió a cuantificar de manera particular cada riesgo, para que académicamente se logrará el objetivo de la unidad 2 sobre cuantificar los riesgos en las organizaciones.

Experimentación activa

La etapa de la experimentación activa se aplicó en 2 momentos, el primero fue en la última etapa del proyecto, en el que el estudiante aplicó los conceptos que logró concretar en las primeras tres etapas, ya que una vez que cuantificó los riesgos en la conceptualización abstracta pudo construir un perfil de riesgo, y con esto se concluyó el proyecto sobre Control de riesgos financieros en la organización, el cual mostró el manejo de los riesgos sistemáticos y no sistemáticos, a través de un análisis de diferentes indicadores financieros de manera gráfica y ponderada, que fue valorizada por los rangos prestablecidos en la administración financiera.

El segundo momento sucedió 4 meses después de la aplicación del proyecto, tanto en septiembre 2023 como en septiembre 2024, inició el proceso de estadía profesional, el cual inserta en la realidad laboral al estudiante, con el fin de alcanzar el perfil de egreso, debido a que llevan a cabo proyectos profesionalizantes dentro de empresas locales, estos proyectos pasan por una etapa de aprobación, en esta se detectó que el 27% de los estudiantes, desarrollaron al menos una parte del proyecto antes mencionado, dentro de la empresa donde fueron aceptados y con ello lograron aplicar los conocimientos de las etapas del aprendizaje experiencial a un contexto totalmente real, donde ellos resolvieron problemáticas específicas de su entorno profesional.

Evaluación

Al finalizar el respectivo cuatrimestre, al término de la actividad se aplicó un cuestionario de 10 reactivos en Google Forms donde se preguntaba a los estudiantes la comprensión de los conocimientos de acuerdo a las diferentes etapas del aprendizaje experiencial, así como su percepción de la aplicación de los conocimientos aplicados en la vida real, a continuación, se observan algunos resultados:

En primer lugar, se realizaron preguntas académicas en cuanto al contenido conceptual sobre la asignatura de control de riesgos, en la Figura 3, se observa que el 95% identificaron satisfactoriamente la esencia de los riesgos financieros.

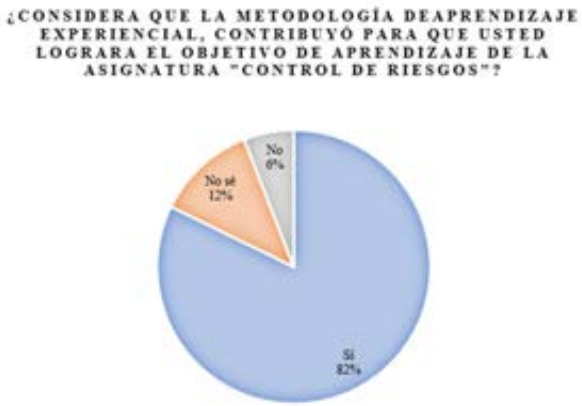
Figura 3. *Conocimiento sobre la esencia de los Riesgos Financieros.*

En las preguntas posteriores se hizo alusión a las particularidades de los riesgos financieros en la Figura 4, se observa la pregunta sobre riesgo de liquidez, más del 98% lo identifican adecuadamente, y sucesivamente algo similar ocurrió con el resto de las preguntas de tipo académico sobre identificación, cuantificación y control de riesgos financieros.

Figura 4. Conocimiento sobre particularidades de Riesgos Financieros.

A su vez dentro del instrumento, se hizo alusión, sobre la contribución del aprendizaje experiencial para lograr el objetivo de aprendizaje de la asignatura de Control de Riesgos, de acuerdo a la opinión de los estudiantes, en la Figura 5 se puede apreciar que el 82% considera que sí contribuyó esta metodología.

Figura 5. *Percepción del Estudiante sobre la metodología de Aprendizaje Experiencial, al objetivo de la asignatura.*



Los resultados anteriores se correlacionaron con las calificaciones finales (EFO) de la asignatura, mismas que se muestran en la Figura 6, dando como resultado una correlación positiva del 0.62231967, lo cual, si no es del todo significativa logra explicar una parte de los resultados, es decir a unos estudiantes les funcionó y a otros no, esto puede explicarse porque los estudiantes dentro de las finanzas tienen diferentes intereses laborales, y se especializan en distintas áreas financieras, como analista de riesgos, corredor bursátil, consultor financiero, entre otros.

Figura 6. *Distribución de Calificaciones Finales Control de Riesgos.*

Impacto en la formación académica de los estudiantes

El aprendizaje experiencial tiene un impacto significativo y positivo en la formación académica de los estudiantes de ingeniería financiera, ya que su aplicación ha influido en la adquisición de competencias específicas para el logro del perfil de egreso. Con base a esta metodología se desarrolló el proyecto "Control de riesgos financieros en la organización", el cual permitió a los estudiantes aplicar de manera práctica los aprendizajes obtenidos, en una empresa con cotización activa en la Bolsa Mexicana de Valores, este reforzó la comprensión y retención tanto de la parte teórica como práctica, ya que, al participar activamente, el aprendizaje fue más relevante, esto se puede apreciar tanto en la percepción de los estudiantes como en el resultado de sus calificaciones finales.

Este proyecto representó un desafío práctico, que permitió a los estudiantes analizar situaciones y evaluar opciones de la empresa, la primera actividad se desarrolló de manera individual, sin embargo, posteriormente se desarrolló una nueva actividad colectiva, la cual fomentó la comunicación efectiva y el trabajo en equipo, así como también se desarrolló la empatía entre compañeros. A su vez, este proyecto les permitió, adquirir habilidades relacionadas con la gestión de riesgos sistemáticos y no sistemáticos, la cual se considera específica del campo de estudio de ingeniería financiera, con ello se preparó al estudiante en una rama laboral particular sobre lo que ejecuta un analista de riesgos.

Con la aplicación de esta metodología de aprendizaje experiencial, los estudiantes trabajaron más involucrados y motivados, así también, fomentaron autonomía y responsabilidad, teniendo la oportunidad de tomar decisiones al aplicar estrategias específicas en su proyecto. También permitió que a través de las experiencias vividas se percataran de sus fortalezas y oportunidades.

En las estadías profesionales tanto de 2023 y 2024, un porcentaje significativo de estudiantes, desarrolló al menos una etapa del control de riesgos, es decir, la aplicación del aprendizaje experiencial, contribuyó a la formación de estudiantes, logrando adquirir competencias específicas como la de minimizar riesgos a través del análisis de las mejores opciones de inversión, lo anterior para lograr el perfil de egreso del ingeniero financiero, que señala que el egresado cuenta con la capacidad para identificar las principales variables económicas, contables, legales y administrativas que inciden en la operación para la minimización de riesgos.

CONCLUSIONES

Citando los resultados de las actividades realizadas, se concluye que el objetivo general de este proyecto, sobre aplicar el aprendizaje experiencial para el logro del objetivo de aprendizaje, a través de un proyecto control de riesgos financieros, fue cumplido, debido a que la actividad fue incorporada a la planeación didáctica y los estudiantes de manera individual elaboraron su proyecto, cumpliendo con todas las etapas, además que un porcentaje de estudiantes logró llevar esos aprendizajes a su estadía profesional, en consecuencia, las interrogantes planteadas en un principio fueron respondidas de manera satisfactoria.

El estudio demuestra que la aplicación del aprendizaje experiencial, a través de la metodología de Kolb, es una herramienta efectiva para la formación de ingenieros financieros en la asignatura de Control de Riesgos. Los estudiantes que participaron en el proyecto mostraron una mejor comprensión de los conceptos y desarrollaron habilidades prácticas para identificar, analizar y gestionar riesgos financieros en empresas reales. La actividad permitió a los estudiantes construir un aprendizaje significativo al relacionar los conceptos teóricos con la experiencia práctica. Al trabajar con empresas reales que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores, los estudiantes pudieron comprender la relevancia y aplicabilidad de los conocimientos adquiridos en el aula.

La metodología de Kolb, con sus cuatro etapas de experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa, fomentó el desarrollo de

habilidades clave en los estudiantes, como el análisis crítico, la toma de decisiones, el trabajo en equipo y la comunicación.

Se encontró una correlación positiva del 0.62231967, entre la percepción del logro del objetivo académico a través del aprendizaje experiencial y el rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura de Control de Riesgos. Aunque esto logra explicar solo parte de los resultados, sugiere que la metodología no solo mejora la comprensión de los conceptos, sino que también se traduce en mejores resultados académicos, se recomienda ampliar el modelo o aplicar pruebas estadísticas distintas para obtener mayor información, a su vez también sería viable aplicar nuevas estrategias y buscar otras metodologías para la atención de estudiantes que pueden no ser a fines con el aprendizaje experiencial.

La actividad de control de riesgos financieros también tuvo un impacto positivo en la inserción de los estudiantes en el ámbito profesional. Un porcentaje significativo del 27% de estudiantes, aplicó los conocimientos y habilidades adquiridos en la actividad durante sus estadías profesionales en empresas locales, lo que demuestra la relevancia de la metodología para el desarrollo de competencias laborales.

El estudio concluye que el aprendizaje experiencial, a través de la metodología de Kolb, es una herramienta valiosa para la formación de ingenieros financieros en el área de Control de Riesgos. El proyecto de Control de riesgos financieros en la organización, permitió a los estudiantes desarrollar un aprendizaje significativo, adquirir habilidades clave y aplicar sus conocimientos en el ámbito profesional, lo que se tradujo en un mejor rendimiento académico y una preparación más sólida para su futuro laboral.

Finalmente, esta metodología de aprendizaje experiencial podría incluirse en otras disciplinas por su acercamiento a experiencias reales, con las que se encontrarán los futuros ingenieros una vez que se inserten en el mundo laboral globalizado.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación.* Villavicencio, Colombia: Episteme.

Avila, J. (2023). *Cuatro riesgos amenazan la economía global en 2023*. Obtenido de Expansión: https://expansion.mx/economia/2023/01/05/riesgo-crediticio-causar-graves-problemas-2023-bloomberg

Equipo Editorial eLearning. (28 de 10 de 2022). *Editorial eLearning*. Obtenido de Recursos innovadores: https://editorialelearning.com/blog/aprendizaje-experiencial-rs/

Gleason, R. M., & Rubio, J. (2020). Implementación del aprendizaje experiencial en la universidad, sus beneficios en el alumnado y el rol docente. *Educación*, 2-5. https://doi.org/10.15517/revedu.v44i2.40197.

Jaime Ojea, R. A. (2011). *La elección de las estrategias de aprendizaje en los estudiantes como vía para el cumplimiento de los objetivos en las educaciones*. Obtenido de EUMED.NET: https://www.eumed.net/es/revistas/atlante

Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 38-47. https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347.

Ortega, E., Casanova, I., Paredes, I., & Canquiz, L. (2019). Estilos de Aprendizaje: Estrategias de Enseñanza en Luz. *Revista de Estudios Interdiciplinarios en Ciencias Sociales*, 6-10.

Parra, L. Y. (2017). Muestreo Probabilístico y No Probabilístico. *Universidad del Istmo*, 1-12. Obtenido de Muestreo casual o accidental: Qué es y cómo se realiza.

Venegas, F. (2008). *Riesgos Financieros y Económicos.* Ciudad de México: CENGAGE Learning.

DETECCIÓN DE ESTRÉS EN PLANTAS DE CHILE HABANERO EMPLEANDO ALGORITMOS DE APRENDIZAJE PROFUNDO

STRESS DETERMINATION IN HABANERO CHILE PLANTS USING DEEP LEARNING ALGORITHMS

M. J. Matuz Cruz[1]
J. M. Guzmán Albores[2]
E. López Carrasco[3]
M. S. Peralta González[4]

RESUMEN

El chile habanero es conocido por su intenso picor y sabor distintivo, su producción se destina al mercado nacional, internacional y a la industria de alimentos procesados. Uno de los principales desafíos en los cultivos es la detección temprana del estrés biótico y abiótico. Por lo tanto, se implementó un modelo de visión artificial para la detección de estrés en plantas de chile habanero a partir del entrenamiento de una Red Neuronal Convolucional (CNN), el entrenamiento se llevó a cabo con la herramienta de Google colab utilizando un dataset con imágenes capturadas mediante dispositivos móviles y etiquetadas con herramientas de software especializadas. Diversas investigaciones presentan un enfoque al uso de redes neuronales convolucionales (CNN) para identificar enfermedades y plagas en cultivos, sin embargo, debido a las variaciones en parámetros y procesamiento de imágenes, aún existe un campo de estudio a mejorar. Se realizaron experimentos con los modelos de CNN YOLO v8, Detectron2 y MobileNetv2 obteniendo con esté último un porcentaje del 90% en la precisión del estrés, estos avances en visión artificial abren nuevas oportunidades para transformar el manejo del estrés en el chile habanero y el manejo agrícola. Se obtuvo también la formación de recurso humano con seis residentes y dos estudiantes de posgrado.

ABSTRACT

Habanero peppers are known for their intense spiciness and distinctive flavor, and their production is destined for the domestic and international markets and the processed food industry. One of the main challenges in crops is the early detection of biotic and abiotic stress. Therefore, a computer vision model was implemented for stress detection in habanero chili plants by training a Convolutional Neural Network (CNN). The training was carried out with the Google colab tool using a proprietary dataset with images captured by devices and labeled with specialized software tools. Several researches present an approach to the use of convolutional neural networks (CNN) to identify diseases and pests in crops, however, due to variations in parameters and image processing there is still a field of study to be improved. Experiments were conducted with CNN models YOLO v8, Detectron2 and MobileNetv2, obtaining with the latter a percentage of 90% in stress accuracy. These advances in artificial vision open new opportunities to transform stress management in habanero peppers and agricultural management. Human resources training was also obtained with six residents and two postgraduate students.

ANTECEDENTES

El chile habanero es una especie conocida por su intenso picor y sabor distintivo, con producción concentrada en Yucatán y destinada tanto al mercado nacional como internacional. Las propiedades organolépticas del chile habanero dependen de diversos factores ambientales como el tipo de suelo y las condiciones osmóticas y nutricionales (González, 2024). Sin embargo, este cultivo enfrenta amenazas significativas debido a

[1] Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Tapachula. mjmatuz@tapachula.tecnm.mx
[2] Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Tapachula. yuek@hotmail.com
[3] Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Tapachula. eli.lopez@tapachula.tecnm.mx
[4] Profesor de Tiempo Completo del Instituto Tecnológico de Tapachula. msperaltagonzalez@gmail.com

factores ambientales y biológicos que afectan su crecimiento y rendimiento, lo que compromete tanto la calidad como la cantidad de la producción.

Entre los factores que impactan el desarrollo y productividad del chile habanero, destacan dos tipos principales de estrés: el estrés abiótico y el estrés biótico. El estrés abiótico es provocado por factores no biológicos, como la sequía, la salinidad del suelo, las altas temperaturas y la radiación. Estos elementos afectan negativamente la capacidad de las plantas para realizar la fotosíntesis, lo que limita su crecimiento y productividad (Reyna, 2019). Por otro lado, el estrés biótico resulta de la interacción de la planta con organismos vivos, como patógenos, herbívoros o competidores, y puede afectar su desarrollo y resistencia a enfermedades. En otras palabras, el estrés biótico proviene de ataques de plagas o enfermedades al cultivo (Fagro, 2023).

Tradicionalmente, el diagnóstico de enfermedades en los cultivos ha sido realizado mediante inspección visual, lo cual resulta en una metodología limitada y sujeta a la experiencia y habilidad del observador (Krizhevsk, 2012). Este proceso no solo es lento y requiere de expertos capacitados, sino que es ineficaz en grandes plantaciones, lo que aumenta el riesgo de detección tardía de problemas de salud en las plantas. Consecuentemente, esta demora puede derivar en el uso excesivo de pesticidas y productos químicos, incrementando los costos de producción y generando un impacto ambiental negativo.

En respuesta a estos desafíos, la implementación de este proyecto emplea un modelo basado en inteligencia artificial para la detección temprana de estrés en plantas de chile habanero. Utilizando redes neuronales convolucionales (CNN), la metodología se enfoca a la detección y clasificación automática permitiendo un monitoreo eficiente y en tiempo real de la salud de los cultivos. La adopción de esta tecnología optimiza la precisión del diagnóstico y facilita la gestión sostenible del cultivo, promoviendo prácticas agrícolas responsables y rentables.

Tipos de estrés

Estrés: Es el estado, en el cual, la planta no realiza sus funciones fisiológicas de manera normal lo cual detiene su crecimiento y desarrollo, limitando la productividad de los cultivos (Valle, 2013).

Estrés abiótico: Es causado por factores abióticos. Esto significa factores "no vivos", como por ejemplo el viento, demasiada luz y un contenido demasiado alto de sales en el suelo (Pravia, 2025).

Dentro de la categoría de estrés abiótico existen diversos tipos de estrés como lo son:

- Estrés por temperatura: Las altas temperaturas causan daños fisiológicos y metabólicos, con las bajas de temperatura las plantas dejan de crecer o se congelan y terminan muriendo.
- Estrés por falta o exceso de luz: La luz es la fuente de energía para la fotosíntesis, que está relacionada con la producción de carbohidratos y oxígeno, la falta o el exceso de estos influyen en su crecimiento y desarrollo.

- Estrés por la ausencia o exceso de nutrientes: La ausencia de nutrientes afecta al crecimiento de la planta y a su fruto, pero el exceso también tiene efectos negativos, como en los casos del nitrógeno y del fósforo.

Estrés biótico: Es causado por organismos vivos. Varios patógenos como los hongos, las bacterias y los virus juegan un papel en esto (Valle, 2013).
Herramientas

Apowersoft: es un proveedor de soluciones multimedia y de negocios en línea gratuitas, que ayuda a los usuarios a grabar, enriquecer, convertir y entregar contenido multimedia, la transferencia y gestión de móviles, la conversión de PDF, la eliminación del fondo de imágenes, la recuperación de datos en su vida y obras diarias (Apowersoft, 2024).

Roboflow: Una herramienta de inteligencia artificial que le da a tu aplicación la capacidad de procesar imágenes. Simplifica el proceso al proporcionarte herramientas y algoritmos de aprendizaje automático, permitiendo desarrollar rápidamente aplicaciones prácticas que pueden reconocer objetos, rostros y realizar diversas tareas visuales (Roboflow, 2024).

Supervisely: Es una herramienta que ayuda a trabajar con imágenes y videos para proyectos de inteligencia artificial. Con ella, puedes marcar y etiquetar fácilmente diferentes partes de las imágenes (como objetos o áreas específicas), organizar todo tu trabajo en proyectos, y entrenar modelos de IA para que reconozcan patrones en imágenes.

PhotoRoom: Es una aplicación para la edición de imágenes que cuenta con múltiples características como, eliminación de fondos, edición avanzada y exportación fácil (Photoroom, 2024).

Google Colab: es un servicio alojado de Jupyter Notebook que no requiere configuración y que ofrece acceso gratuito a recursos de computación, como GPUs y TPUs. Colab es una solución especialmente adecuada para el aprendizaje automático, la ciencia de datos y la educación (Google-colab, 2024).

Métricas

- Precisión (Accuracy): La precisión es una métrica que indica la proporción de predicciones correctas realizadas por el modelo en comparación con el número total de predicciones.
- Precisión: Esta métrica mide la proporción de verdaderos positivos correctamente clasificados sobre el número total de muestras clasificadas como positivas.
- Recall: Esta métrica evalúa la proporción de verdaderos positivos en relación con el total de instancias positivas en el conjunto de datos.
- Score: Es una medida que combina la precisión y el recall, ofreciendo una medida equilibrada del rendimiento del modelo.
- Matriz de confusión: Es una tabla que describe el rendimiento de un modelo supervisado de Machine Learning en los datos de prueba, donde se desconocen los verdaderos valores. Se llama “matriz de confusión” porque hace que sea fácil detectar dónde el sistema está confundiendo dos o más clases tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Matriz de confusión.*

Casos	Clasificación	
Clase real	Positivo	Negativo
Positivos	VP	FN
Negativos	FP	VN

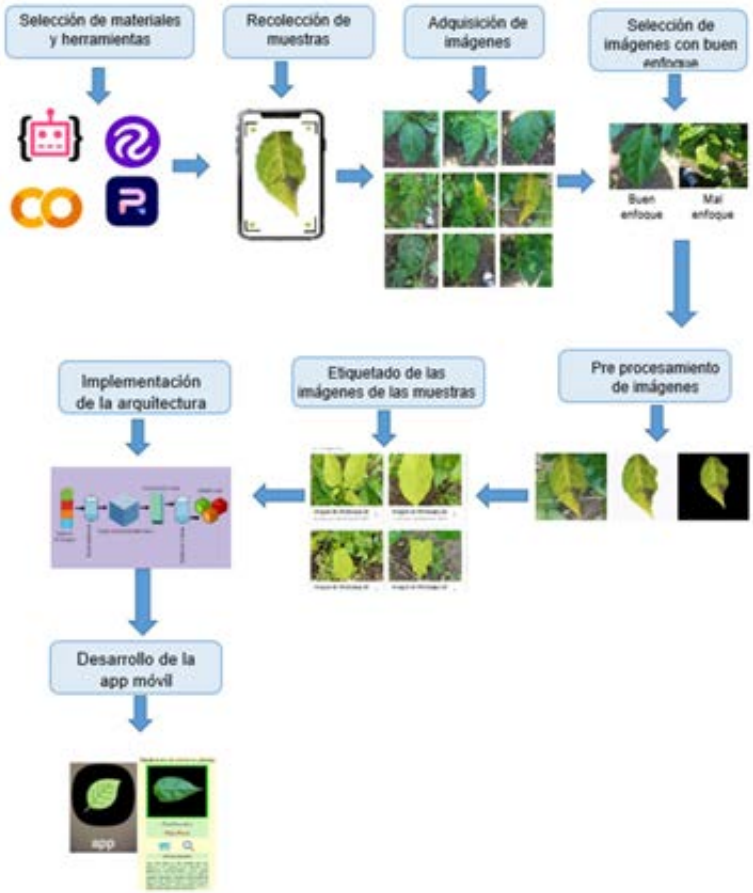
Donde:
Verdaderos Positivos (VP)= Número de muestras predichas como positivas.
Verdaderos Negativos (VN)= Número de muestras predichas erróneamente como positivas.
Falsos Positivos (FP)= Número de muestras predichas correctamente como negativas.
Falsos Negativos (FN)= Número de muestras predichas erróneamente como negativas.

En este trabajo, se ha seleccionado la arquitectura MobileNetV2, conocida por su alta precisión en el reconocimiento de enfermedades en plantas y su eficiencia computacional. Las Redes Neuronales Convolucionales se destacan como una de las técnicas más efectivas para tareas de detección de objetos en imágenes, ofreciendo precisión y rapidez (Krizhevsk, 2012). El proyecto se enfoca en el desarrollo de un modelo basado en MobileNetV2 para la detección de síntomas de estrés abiótico, estrés biótico y el reconocimiento de plantas sanas en cultivos de chile habanero. La implementación del sistema permitirá optimizar el monitoreo de cultivos, reducir el uso excesivo de productos químicos y mejorar la seguridad de los trabajadores al minimizar su exposición a sustancias tóxicas. En última instancia, esta propuesta busca impulsar un manejo agrícola más eficiente y sostenible, beneficiando tanto a productores como al medio ambiente.

METODOLOGÍA

El desarrollo de esta metodología la cual se visualiza en la Figura 1, se conforma de las siguientes etapas: recopilación de datos, pre-procesamiento de imágenes, etiquetado de imágenes, implementación de arquitectura CCN y desarrollo de la aplicación móvil.

Figura 1. Metodología implementada.



Recopilación de datos

Se creó un conjunto de datos de imágenes de hojas de chile habanero utilizando dispositivos móviles: Samsung A32 (64 MP), Oppo Reno 7 (64 MP), Xiaomi POCO C40 (13 MP), y Xiaomi POCO X3 NFC (64 MP). Para asegurar la calidad y reducir el sesgo entre dispositivos, se seleccionaron fotografías teniendo en cuenta el factor de iluminación y enfoque nítido en las hojas.

Para la sintonización del modelo se conformó un conjunto de datos compuesto por 900 imágenes en total y se clasificaron en tres categorías: estrés abiótico, estrés biótico y hojas sanas, cada carpeta cuenta con 300 imágenes.

Pre-procesamiento

El preprocesamiento consistió en quitar el fondo de las imágenes a negro, para ese proceso se utilizó el editor PhotoRoom la cual brinda la facilidad de remover el fondo de la imagen en su totalidad como se muestra en la Figura 2 para después insertarle un fondo negro y obtener una mayor discriminación como se muestra en la figura 3.

Figura 2. Región de Interés.

Figura 3. Aplicación de fondo negro.

Etiquetado de imágenes
Para el etiquetado de imágenes se emplearon dos herramientas clave:

Supervisely
Esta herramienta permite procesar conjuntos de datos de hasta 25 MB y admite una amplia variedad de formatos de imagen, incluyendo JPEG, PNG y TIFF. Se utilizó la herramienta *Smart tool* para agilizar el proceso de etiquetado ya que nos ayuda a seleccionar áreas con contornos complejos.

Roboflow
Es una herramienta de etiquetado de imágenes basada en inteligencia artificial que ofrece funcionalidades avanzadas para la anotación de objetos. En particular, se utilizó la herramienta *Smart Polygon* como se observa en la Figura 4, la cual aprovecha modelos de aprendizaje automático para sugerir polígonos que delimitan con mayor precisión los objetos de interés en comparación con los cuadros delimitadores tradicionales.

Figura 4. *Etiquetado de imagen.*

Entrenamiento de la arquitectura MobileNet-v2

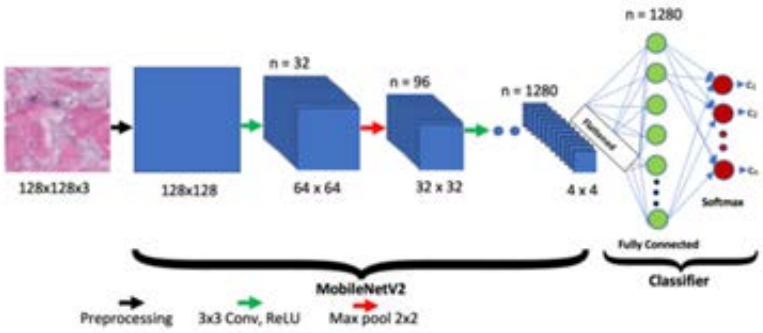
El entrenamiento del modelo se realizó utilizando la página web Google Colaboratory, la cual permite utilizar recursos de computación gratuitos como GPU.

Los hiperparámetros que se utilizaron para controlar el proceso de entrenamiento para el modelo fueron:

- Imágenes para entrenamiento: 700
- Imágenes para validación: 100
- Imágenes de prueba: 100
- Etiquetas: Las etiquetas fueron tres diferentes Hojas_Sanas, Estrés_Biotico y Estrés_Abiotico.
- Img: El tamaño de la imagen de entrada fue de 224 x 224.
- Lote (batch): El tamaño de imágenes procesadas fueron de 64.
- Épocas: Las épocas que se utilizaron fueron 50.

MobileNetV2: Es una arquitectura de CNN optimizada para dispositivos móviles y aplicaciones con restricciones de recursos computacionales la cual ofrece un equilibrio entre eficiencia y precisión, siendo ideal para implementaciones en campo con hardware limitado. MovilNetV2 Es una red neuronal convolucional con 53 capas de profundidad, puede cargar una versión pre-entrenada de la red entrenada en más de un millón de imágenes desde la base de datos ImageNet (Krizhevsk, 2012). La red preentrenada puede clasificar imágenes en 1000 categorías de objetos, en la Figura 5 se muestra el diagrama de la arquitectura de MobileNet-v2.

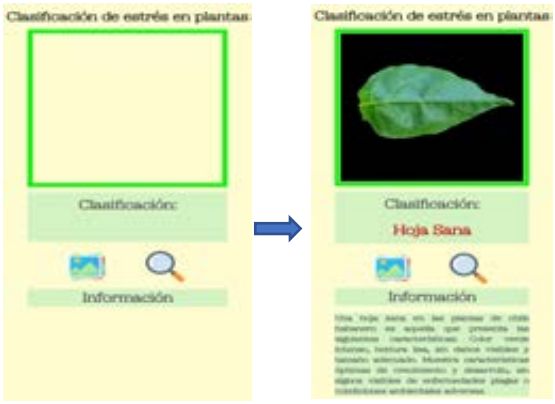
Figura 5. *Diagrama de la arquitectura de MobileNet-v2.*



Desarrollo de la aplicación

Para la clasificación de imágenes se desarrolló una interfaz capaz de ejecutarse en dispositivos móviles o en entornos con recursos limitados, la Figura 6 ejemplifica la interfaz de usuario.

Figura 6. *Representación de la aplicación móvil.*



RESULTADOS

Con base a la experimentación de probar tres modelos de redes neuronales convolucionales, los resultados se muestran en la Tabla 2, esto considerando que la sintonización de los hiperparametros fue la misma para los tres modelos al igual que las propiedades de las imágenes de entrada.

Tabla 2 *Concentrado de los experimentos realizados.*

Modelo CCN	Sensibilidad	Especificidad	Exactitud	Precisión	F1 Score
YOLO V8	78.26	88.23	82.5	90.00	83.72
Detectron3	86.66	72.00	77.5	65.00	74.28
MovilNet-V2	94.73	90.47	91.89	90.00	93.30

En la Figura 7 podemos observar los resultados que se obtuvieron con el modelo MobileNet-v2 y la comparación de los resultados en los reportes de la literatura.

Figura 7. Comparación de arquitectura propuesta.

CONCLUSIONES

La implementación de una metodología basada en aprendizaje profundo para la detección de estrés en plantas de chile habanero demuestra valores aceptables al utilizar redes neuronales convolucionales, en específico el modelo (MobileNet-v2) en combinación con herramientas tales como Roboflow y Google Colab, además de contribuir en la formación de recurso humano y favorecer a la comunidad en la detección de enfermedades de manera oportuna. Se realizaron tres experimentos para clasificar hojas de chile habanero en tres categorías: estrés_biotico, estrés_abiotico y hojas_sanas. En el primer experimento el modelo alcanzo una precisión promedio del 76%, en el segundo experimento la precisión mejoro a 82%, destacando un buen rendimiento en hojas con estrés biótico (88% de precisión) y en el tercer experimento logro alcanzar una precisión del 90%, en este caso la clasificación de hojas sanas fue la más precisa con un 93%.

En general, los resultados obtenidos destacan la eficacia de MobileNetV2 como una herramienta prometedora para detectar estrés en cultivos, con un enfoque particular en su implementación en dispositivos móviles. No obstante, también evidencian la importancia de contar con un conjunto de datos más amplio y representativo para mejorar el desempeño en la clasificación de categorías más complejas, como el estrés abiótico. Este trabajo representa un avance significativo hacia la automatización del monitoreo de cultivos, reduciendo la dependencia de métodos manuales y promoviendo un uso más racional de recursos químicos. El desarrollo de tecnologías avanzadas que permitan identificar de forma rápida y precisa las enfermedades o plagas del chile habanero nos ayudara a automatizar el proceso de diagnóstico, reduciendo los errores humanos y mejorando la eficiencia del monitoreo de la planta, esto les permitirá a los agricultores aplicar tratamientos más específicos, solo cuando sea necesario, evitando el uso excesivo de productos químicos.

La implementación de visión artificial y arquitecturas como YOLOV8, Detrectron2 o MobileNetV2 nos permite un análisis más detallado y continuo, reduciendo la carga de trabajo manual y mejorando la precisión en la detección.

BIBLIOGRAFÍA

Apowersoft. (s. f.). *Multimedia solutions for business and daily needs*. https://www.apowersoft.com/

Fagro de México. (2023, 6 de noviembre). El estrés biótico y abiótico: Fenómenos que pueden causar grandes pérdidas en la producción agrícola. *Blog de Fagro*. https://blogdefagro.com/agricultura/el-estres-biotico-y-abiotico-fenomenos-que-puedencausar-grandes-perdidas-en-la-produccion-agricola/

Google. (s. f.). *Colaboratory FAQ*. https://research.google.com/colaboratory/intl/es/faq.html

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (Vol. 25, pp. 1097–1105). https://proceedings.neurips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf

Lau, N. R., González, M. M., Antonio, A. A. G., & Estévez, M. M. (s. f.). *Efecto del estrés hídrico sobre la producción de capsaicinoides en chile habanero (Capsicum chinense)*. Sociedad Mexicana de Bioquímica. https://smbb.mx/congresos%20smbb/merida05/TRABAJOS/AREA_II/CII-34.pdf

Méndez-Espinoza, C., & Vallejo-Reyna, M. Á. (2019). Mecanismos de respuesta al estrés abiótico: Hacia una perspectiva de las especies forestales. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 10*(56), e567. https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.567

Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L. R., & Reveles-Hernández, M. (2013). *Manejo de las principales enfermedades del chile para secado en el norte centro de México* (Folleto técnico núm. 50). INIFAP, Campo Experimental Zacatecas. https://zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/EnfChilS.pdf

Pravia, A. (2023, 25 de mayo). Tipos de estrés en las plantas: Guía básica para agricultores. *Symborg*. https://symborg.com/mx/actualidad-mx/tipos-de-estres-en-las-plantas-guia-basica-para-agricultores/

Roboflow. (s. f.). *Computer vision tools for developers and enterprises*. https://roboflow.com/

INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA: VIDEOJUEGOS COMO HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO

INNOVATION IN PHYSICS EDUCATION: VIDEO GAMES AS A TOOL FOR ACTIVE LEARNING

A. Pacheco González[1]

RESUMEN

El trabajo explora el impacto de los juegos serios en la enseñanza de la Física, proponiendo una metodología de aprendizaje activo. El estudio involucró 50 estudiantes de ingeniería incorporando diversas estrategias didácticas. El proceso se estructuró en tres niveles para dosificar la carga cognitiva y promover la autonomía en la resolución de problemas. Los resultados mostraron mejoras significativas en el aprendizaje y las habilidades de los estudiantes. Las encuestas de salida revelaron un impacto y percepción positiva de las actividades, el desarrollo de habilidades en programación y la mejora en la resolución de problemas. Además, los estudiantes valoraron la experiencia de desarrollar videojuegos y la oportunidad de expresarse creativamente. En conclusión, el uso de juegos serios y metodologías activas demostraron ser herramientas efectivas para fomentar el interés, la motivación, aprendizaje dinámico y significativo de la Física. Este enfoque no solo mejora la comprensión de conceptos teóricos, sino que también desarrolla habilidades transversales como la creatividad y la resolución de problemas. Futuras investigaciones podrían extender este enfoque a otras disciplinas y evaluar su impacto a largo plazo en la retención del conocimiento y su trayectoria profesional.

ABSTRACT

The study explores the impact of serious games on physics education, proposing an active learning methodology. Conducted with 50 engineering students, it incorporated didactic strategies. The process was structured into three levels to manage cognitive load and promote autonomy in problem-solving. Results showed significant improvements in students' learning and skills. Exit surveys revealed a positive perception of activities, programming skill development, and problem-solving improvement. Also, students valued this experience of developing video games and the opportunity to express their creativity. In conclusion, the use of serious games and active methods proved to be effective tools to foster interest, motivation, dynamic, and meaningful learning in physics. This approach not only enhances the understanding of theoretical concepts but also develops transversal skills such as creativity and problem-solving. Future research could extend this approach to other disciplines and evaluate its long-term impact on knowledge retention and professional development.

ANTECEDENTES

La enseñanza tradicional de la Física, basada en la memorización y la transmisión unidireccional de conocimientos, ha demostrado ser poco efectiva para captar el interés de los estudiantes, fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y un aprendizaje significativo (Marusica & Slisko, 2012). En cambio, el desarrollo del interés por las ciencias desde edad temprana y la incorporación en el aula de estrategias de aprendizaje activo y lúdico pueden desarrollar su habilidad para resolver problemas y actitudes más positivas hacia las mismas (Aondofa & Atindi, 2022; Aprilia, 2023).

Entre los trabajos relacionados aplicando juegos serios en la enseñanza de la Física destacan: Jácome et al. (2021) utilizan juegos para el desarrollo de habilidades matemáticas en niños. Clark y Sengupta (2019) presentan Gameblox, similar a Scratch, para desarrollar juegos

[1] PTC responsable Laboratorio Smart IoT. Instituto Tecnológico de Chihuahua, TecNM, alberto.pg@chihuahua.tecnm.mx

serios para ciencias integrando habilidades de matematización y computación. Widiningrum et al. (2024) presentan un trabajo donde los alumnos resuelven problemas a partir de un folleto de Física, creando simulaciones sencillas mediante Scratch. Spieler et al. (2020) abordan el uso de ejemplos trabajados para el desarrollo de habilidades en la resolución de problemas de programación usando juegos serios. Finalmente, Van der Linden et al. (2024) ofrecen un juego serio para interactuar con modelos de Física.

METODOLOGÍA

El objetivo del presente trabajo consiste en explorar los efectos positivos dentro del aprendizaje de la Física cuando se incorporan estrategias de aprendizaje activo, colaborativo, lúdico y supervisado, en concreto, cuando los estudiantes aplican la teoría y las leyes de la Física en el desarrollo de un videojuego. De forma breve, entre las técnicas y métodos didácticos involucrados en este trabajo se encuentran:

La **matematización,** es la capacidad de un individuo para formular, aplicar e interpretar modelos matemáticos en la resolución de problemas de fenómenos físicos abarcando competencias como la representación, comunicación matemática, producción de estrategias, razonamiento y argumentación, formando así parte integral de la alfabetización matemática del estudiante (Azzouzi et al, 2022; Altun & Morkoyunlu, 2023; Ivanjek, 2024).

Un **juego serio** es aquel videojuego que, además de ofrecer esparcimiento y diversión, integra objetivos didácticos e intenciones pedagógicas, informativas y de interacción para transformar dicha experiencia lúdica en una herramienta de apoyo para aprender o entrenar (Gurbuz & Celik, 2022; Van der Linder et al, 2024), fortaleciendo además la motivación, la creatividad y la capacidad para resolver problemas, así como la colaboración, incentivando la participación activa de los estudiantes (Ben Rebah & Ben Slama, 2019; Tomalá et al, 2020; Aondofa & Atindi, 2022; Gurbuz & Celik, 2022; Van der Linder et al, 2024).

La teoría de la carga cognitiva integra principios instruccionales y guías basadas en evidencias para analizar y diseñar métodos, procesos y ambientes de aprendizaje capaces de explotar las limitaciones cognitivas dosificando la carga cognitiva pertinente o relevante (*germane*) considerando aquello que contribuya a construir modelos mentales más complejos y robustos para mejorar el desempeño, tratando además de reducir la carga ajena o irrelevante (*extraneous*) que distrae, retarda u obstaculiza el aprendizaje, liberando así más memoria de trabajo para proporcionar elementos que promuevan el desarrollo de nuevas habilidades y esquemas mentales (Clark et al, 2006).

La metacognición se refiere a la conciencia que el individuo tiene de su propio proceso de pensamiento, involucrando el autoconocimiento del proceso cognitivo y autoregulación del mismo para lograr un objetivo (Vorhölter, 2021). En (Wilson & Clarke, 2003) se reporta estudio con estudiantes con habilidades expertas usando la metacognición para monitorear y verbalizar su proceso continuo y reflexivo de resolución de problemas.

Un **ejemplo resuelto** es una guía paso-a-paso para efectuar una tarea o resolver un problema, con el objetivo de incrementar el *expertise* del aprendiz de forma más acelerada (Spieler et al, 2020). Existen distintos tipos de ejemplos resueltos: el ejemplo resuelto guiado (aprendiz novicio); el par ejemplo-problema son ejemplos con ejercicios (aprendiz intermedio); el

ejemplo resuelto desvanecido (*fading worked example*) incorpora menos ejemplos resueltos y adiciona pasos de forma gradual, buscando que el aprendiz más avanzado demuestre su trabajo como evidencia de aprendizaje, incentivando además un proceso más profundo y aplicativo (Chen et al, 2023).

Desde 1890, William Halsted estableció el primer programa de residencias para cirujanos (Kotsis & Chung, 2013), proveyendo un método para guiar y formar cirujanos bajo la tutela y supervisión de un experto que expone sus decisiones y retroalimenta al aprendiz en cada etapa formativa hasta que dicho aprendiz sea capaz de lograr realizar de forma autónoma una cirugía completa. Este **método del cirujano**, en ocasiones resumido como "*see many, do many with supervision, teach many with supervision*" (Steelman et al, 2023).

El entrenamiento basado en aprendizaje supervisado, también denominado **mentor-aprendiz** (*apprenticeship*) se refiere al proceso de transferir conocimientos de una persona (mentor) a otra (aprendiz), mostrando qué hacer y cómo hacerlo. **La teoría del aprendiz cognitivo** (*cognitive apprenticeship theory, CLT*) introducida por (Collins et al, 1987) implica que el mentor haga visible al aprendiz sus procesos cognitivos. Dicha teoría abarca seis métodos de instrucción: modelado, entrenamiento, andamiaje (*scaffoldin*g), articulación, reflexión y exploración.

En la **programación en vivo** (*live coding*), el instructor programa en tiempo real frente a una audiencia, modelando estrategias, técnicas y heurísticas para resolver problemas (Shah et al, 2023). Existen variaciones, como la teoría del aprendiz cognitivo, donde el mentor verbaliza sus procesos de pensamiento y explica el propósito que hay detrás de cada estrategia elegida conforme resuelve un problema. Por su parte el entrenamiento y andamiaje pueden aplicarse cuando se solicita al aprendiz pasar al frente del grupo a resolver una tarea específica bajo supervisión y una inmediata retroalimentación por parte del mentor.

La taxonomía de Bloom adaptada para la Educación en la Computación (ACM, 2023) sugiere una colección de verbos en sus seis niveles: recuerda, comprende, aplica, analiza, evalúa y crea.

La exploración didáctica cuasi-experimental fue llevada a cabo con tres grupos de Física para ingenieros industriales (n=50) entre los períodos de enero-diciembre 2024 y enero-junio 2025, dedicando a dichas estrategias didácticas alrededor de dos horas semanales. En dichos grupos se desarrollaron videojuegos tanto de forma individual como en equipos, usando un motor de juegos multiplataforma de software libre (Godot, http://godotengine.org) y además, se les permitió consultar todo tipo de recursos, como foros, video tutoriales, repositorios de código y aplicaciones de AI.

A lo largo de dicha intervención, los estudiantes demuestraron de forma efectiva, concreta, autónoma, gradual y supervisada (metacognición, carga cognitiva, mentor-aprendiz) sus competencias y habilidades para aplicar adecuadamente nociones teóricas de la Física (matematización) para resolver problemas (retos desvanecidos, Bloom) frente a la clase (cirugías y código en vivo) de forma individual, por equipo y/o colectiva, para cada uno de los problemas físicos involucrados en la simulación de los objetos (juego serio), tales como, caída libre y colisión de objetos, la aplicación de fuerzas para desplazar objetos, la

designación de los materiales y propiedades físicas de cada objeto (masa, coeficiente de fricción, elasticidad), así commo la manipulación e interacción de los mismos (arrastrar, golpear y desplazar objetos por medio de los controles de juego).

Para dosificar de manera gradual la carga cognitiva de cada una de las cirugías con retos desvanecidos, se desarrollaron tres etapas, con una duración aproximada de un mes para cada una, de la siguiente forma:

a) **Nivel principiante.** Se introduce el manejo de las herramientas de desarrollo abordando problemas relativamente simples con una carga cognitiva intrínseca muy ligera (primeros niveles taxonomía Bloom).

b) **Nivel intermedio**. Se incorpora una mayor carga cognitiva relevante para el desarrollo del videojuego. En esta etapa el aprendiz internaliza, reafirma, analiza, transfiere y aplica los conceptos y técnicas básicas, operando, manipulando y configurando el motor de juegos; editando y modificando código (Bloom, nivel 3); analizando, examinando, comparando, descomponiendo y actualizando el código del proyecto (Bloom, nivel 4).

c) **Nivel avanzado**. Para la etapa final, el mentor se limita a supervisar las cirugías de los aprendices y atiende sus dudas o fallas, promoviendo además la creatividad, la especialización, la autorregulación y la construcción del propio conocimiento en cada aprendiz, incorporando tareas con una carga cognitiva más extensa y enfocada en los niveles superiores de la taxonomía de Bloom (evaluar y crear).

RESULTADOS

Al inicio de los tres cursos de Física se aplicó una encuesta diagnóstica consistente en seis preguntas, de donde destacan los siguientes resultados: un alto porcentaje de reprobación (repetidores) en los tres grupos (40-50%); la mayoría de los estudiantes no sabe programar (60-75%); gran afición y disposición a participar en el desarrollo de videojuegos (80-90%).

Al final de los cursos, se aplicaron encuestas de salida, para el primer grupo (n=7, enero-junio 2024), se obtuvieron los siguientes resultados (ver Tabla 1): existe concenso sobre una elevada curva de aprendizaje respecto al manejo del entorno y lenguaje de programación en las primeras semanas; entre los apoyos educativos más usuales para realizar su proyecto se encuentran: videos (58%), preguntar a compañeros (58%), chatbot IA (33%).

En una escala de Likert 1-5 (1=deficiente; 5=excelente), los estudiantes de Física consideran que: las cirugías en clase contribuyeron a su aprendizaje (4.2); aprendieron a programar (4.3); mejoraron sus habilidades para resolver problemas (3.7); la experiencia de desarrollo del videojuego fue positiva (4.3); les permitió expresarse de forma creativa (4.2); considera justa la forma de evaluar y evidenciar su aprendizaje y competencias (4.2); aplicarían la programación de nuevo en otros cursos (4.3). Por otro lado, un 83% de los estudiantes preferirían aprender a programar antes de su ingreso a la carrera. Entre los comentarios emitidos por los estudiantes en la encuesta de salida destacan los siguientes:

- “Nos ayudó a desarrollar un pensamiento diferente enfocado en nuestra propia creatividad para resolver problemas, en vez de memorizar fórmulas.

- Se debería de ampliar el plan de estudios y enseñar conocimientos prácticos de programación no solo la teoría básica, si no, el cómo usarla realmente.
- Me gustó que la dinámica fuera hacer un juego porque así aprendemos y no se hace tan tediosa la materia.
- Siento que el curso fue muy didáctico y mejorando las formas de enseñanza".

Los resultados del segundo grupo (n=18, agosto-diciembre 2024) son los siguientes (ver Tabla 1): dificultad en uso de herramientas digitales para crear videojuegos (Godot), dificultad media (56%), alta (33%) y baja (11%); el 90% consideró que el videojuego cumple los objetivos educativos; los apoyos educativos consultados: chatbot IA (78%), videos (67%), compañeros de clase (61%); las cirugías en clase contribuyeron a su aprendizaje (4.3); aprendieron a programar (4.0); mejoraron sus habilidades para resolver problemas de Física (3.9); la experiencia de desarrollo del videojuego fue positiva (4.3); les permitió expresarse de forma creativa (4.2); considera justa la forma de evaluar y evidenciar su aprendizaje y competencias (4.2); aplicarían la programación de nuevo en otros cursos (4.0); recomienda aprender a programar antes de ingresar a una carrera.

Los resultados parciales al aplicar una encuesta intermedia en el grupo más reciente (n=16, enero-junio 2025), tal y como se muestra en la última columna de la Tabla 1, revelan datos muy consistentes con los resultados de las dos encuestas de salida anteriores.

Tabla 1. *Resultados de las encuestas de salida.*

Pregunta	Ene-Jun 2024	Ago-Dic 2024	Ene-Jun 2025
Apoyo consulta: videos	58%	67%	81%
Apoyo consulta: compañeros	58%	61%	56%
Apoyo consulta: Chatbots de AI (ChatGPT)	33%	78%	81%
Efectividad del Método del Cirujano	4.2 / 5.0	4.3 / 5.0	4.1 / 5.0
Desarrollo de habilidades para resolver problemas	3.7 / 5.0	3.9 / 5.0	4.1 / 5.0
Nivel de expresión creativa	4.2 / 5.0	4.2 / 5.0	3.7 / 5.0

Entre los comentarios emitidos por los estudiantes al final de la encuesta del segundo grupo, destacan:

- "Como sugerencia estaría bien que el docente hiciera videos de cómo hacer ciertas cosas, que hubiera un canal de youtube, para cuando tengamos una duda sencilla podamos encontrar por ejemplo como insertar un texto, una imagen, etc.
- Fue un curso muy bueno y bastante entretenido que nos ayudo a desarrollar un pensamiento diferente enfocado en nuestra propia creatividad para resolver problemas y no en un método antiguo y ya establecido de memoria.
- Me agrado mucho su forma de trabajar de una manera única y diferente, haciendo que las clases fueran dinámicas y viendo los temas correspondientes a la asignatura".

CONCLUSIONES

A pesar de los desafíos iniciales en la curva de aprendizaje, los participantes valoraron positivamente la experiencia y se identificó una demanda por una mayor preparación en

programación desde edades tempranas. Los resultados de esta investigación refuerzan la efectividad del uso de juegos serios como estrategia didáctica en la enseñanza de la Física, evidenciando mejoras en la motivación, la creatividad y el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas y el trabajo en equipo para el desarrollo de proyectos.

La combinación de aprendizaje basado en proyectos, programación de videojuegos y estrategias didácticas aplicando los principios de carga cognitiva, metacognición y aprendizaje supervisado permitieron que los estudiantes internalizaran conceptos físicos de manera activa, entusiasta, significativa, crítica, autónoma, creativa, participativa y aplicativa.

Como se muestra en la Tabla 2, a diferencia de los trabajos relacionados antes mencionados que están más enfocados en la enseñanza ludificada de la Física usando juegos (trabajos 1, 4, 5), es de llamar la atención que existan pocos trabajos que exploran la creación de videojuegos por los mismos estudiantes (trabajo 2 y trabajo 3). Sin embargo, como se reporta en la Tabla 1, ningún trabajo abarca todas las estrategias que han sido integradas en la metodo–logía propuesta (trabajo 6).

Tabla 2. *Trabajos relacionados sobre juegos serios y estrategias de aprendizaje activo.*

No	TRABAJO	Area	Niv. Educ.	PBL	CLT	BT	FWE	LC	SG
1	Jácome et al (2021)	Matem.	Básico		✓	✓			Jugar
2	Clark & Sengupta (2019)	Ciencias	Medio	✓					**Crear**
3	Widiningrum et al (2024)	**Física**	Medio	✓			✓		**Crear**
4	Spieler et al (2020)	Ciencias	Medio	✓	✓		✓		Jugar
5	Van der Linden et al (2024)	**Física**	Básico/Med	✓					Jugar
6	Método propuesto (2024)	**Física**	Superior	✓	✓	✓	✓	✓	**Crear**

PBL=Problem-based learning. CLT=Cognitive Load Theory.
BT=Bloom's taxonomy. FWE=Faded Worked examples. LC=Live Coding. SG=Serious Games.

Entre las limitaciones del presente trabajo se encuentran: de igual forma que el método de Halsted, existe el riesgo de dejar rezagados a los aprendices menos capaces; requiere una continua supervisión; la curva de aprendizaje inicial es pronunciada; es necesario realizar una planificación detallada; se obtienen mejores resultados cuando se cuenta con un mentor experimentado y comprometido (Rowley, 1999).

Futuras investigaciones podrían analizar la aplicación de este enfoque en diversos contextos y modalidades educativas, como la incorporación de herramientas de Inteligencia Artificial y videos explicativos para programas de educación virtual. También resultaría valioso explorar la expansión y adaptación de esta metodología a otras disciplinas STEM, evaluando su impacto a largo plazo en la retención del conocimiento, el desarrollo de competencias y su influencia en el desempeño profesional de los estudiantes.

BIBLIOGRAFÍA

ACM (2023). Bloom's for Computing: Enhancing Bloom's Revised Taxonomy with Verbs for Computing Discipline, *ACM Comm. Comp. Educ. Community Colleges (CCECC)*.

Altun, S. & Morkoyunlu, Z. (2023). The Use of Error Based Activities to Improve the Mathematization Competency, *Int. J. Progressive Education*, 19(3): 134-148.

Aondofa, A. & Atindi, V. (2022). Effectiveness of the Use of Gamification by Teachers of Physics in Secondary Schools in Buruku Benue State, *IJAMR*, 6(8): 6-11.

Aprilia A. et al. (2023). Attitudes and beliefs toward physics, *Rev. Mex. Física*, E 20(1): 1–8.

Azzouzi, A. et al. (2022). Physics mathematization: Teachers' observations on the application of ICT, *Int. Conf. Intelligent Sys. Computer Vision* (ISCV), pp. 1-5.

Ben Rebah, H. & Ben Slama, R. (2019). The educational effectiveness of serious games, *Mediations and Mediatizations*, 2(1): 131-155, doi: 10.52358/mm.vi2.97

Chen, O. et al. (2023). The effect of worked examples on learning solution steps and knowledge transfer, *Educational Psychology*, doi: 10.1080/01443410.2023.2273762

Chi, M. et al. (1989). Self-explanations: How students study and use examples in learning to solve problems, *Cognitive Science*, 13(1): 145-182.

Clark, D. & Sengupta, P. (2019). Reconceptualizing Games for integrating Computational Thinking and Science as Practice, *Interactive Learn. Environ.*, *28*(3):328–346.

Clark, R., Nguyen, F. & Sweller, J. (2006). Efficiency in Learning: Evidence-Based Guidelines to Manage Cognitive Load, Pfeiffer Wiley, ISBN: 9780787977283

Collins, A. et al. (1987). Cognitive Apprenticeship, Technical Report No. 403.

Gazis, A. & Katsiri, E. (2023). Serious Games in Digital Gaming: A Comprehensive Review of Applications, WSEAS Trans. Computer Research, 11:10-22, doi: 10.37394/232018. 2023.11.2

Gurbuz, S. & Celik, M. (2022). Serious games in future skills development: A systematic review of the design approaches, Comp. App. Engineering Education, 30(5):1591-1612.

Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introd. physics courses, Am. J. Physics, 66(1): 64-74.

Hestenes, D. (1992). Modeling games in the Newtonian World, *American J. Physics*, 60(8): 732-748.

Hidayat, R. et al. (2022). Achievement Goals, Metacognition and Horizontal Mathematization: A Mediational Analysis, *TEM Journal*, 11(4): 1537-1546, doi: 10.18421/TEM114-14

Ivanjek, L. et al. (2024). Enhancing Mathematization in Physics Education by Digital Tools, *Physics Education Today*, pp. 35-53, Springer Nature.

Jácome, L. et al. (2021). Gamification as an educational strategy to strengthen cognitive abilities of Mathematics in school children, *Adv. Int. Sys. & Comp.*, 1277: 142–150.

Kotsis, S. & Chung, K. (2013). Application of the "See One, Do One, Teach One" Concept in Surgical Training, *Plastic and Reconstructive Surgery*, 131(5): 1194-1201.

Lukman, H. et al. (2023). Gamification of Mathematics Teaching Materials: Its Validity, Practicality and Effectiveness*, Int. J. Emerging Tech. in Learning (IJET)*, 18(20): 4–22.

Marusic M. & Slisko J. (2012). Increasing the attractiveness of school physics: the effects of two different designs of physics learning, *Revista Mexicana de Física*, E 58(1): 75–83.

Pacheco, A. (2024). Juego serio para Física como estrategia de aprendizaje activa y lúdica, Revista Electro, pp. 43-48, doi: arXiv:2407.10057

Prince, M. & Felder, R. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases, *J. Engineering Education*, 95(2): 123-138.

Rowley J. (1999). The Good Mentor*, Educational Leadership*, 56(1): 20-2.

Spieler, B. et al. (2020). Reducing Cognitive Load through the Worked Example Effect within a Serious Game Environment, *IEEE iLRN*, pp. 1-8, doi: 10.23919/iLRN47897.2020.9155187

Tomalá J. et al. (2020). Serious Games: Review of methodologies and Games engines for their development, *Iber. Conf. Info. Sys. & Tech. (CISTI)*, pp. 1-6.

Van der Linden, A. et al. (2024). Learning Newtonian mechanics with an intrinsically integrated educational game, *J. Comp. Assisted Learning*, pp. 1–11, doi: 10.1111/jcal.12966

Van Hemmen, J. (2021). Mathematization of Nature: How it is done, *Biol. Cybern.*, 115: 655–664.

Vorhölter, K. (2021). Metacognition in mathematical modeling, *Matt. Think. & Learn*, *25*(3): 317–334.

Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction, *American Journal of Physics*, 63(7), pp. 606-619.

Widiningrum W. et al. (2024). Effect of PBL-based scratch e-module in improving computational thinking and physics concepts, *Int. J. Std. Education and Science (IJSES), 5*(2): 124-139.

Wilson, J. & Clarke, D. (2003). Towards the modelling of mathematical metacognition, *Math Ed. Research Journal*, 16(2):25-48, doi: 10.1007/BF03217394

SEGUNDA OPORTUNIDAD: SEGUIMIENTO Y REINTEGRACIÓN DE ESTUDIANTES CON BAJA DEFINITIVA A TRAVÉS DEL COMITÉ ACADÉMICO

SECOND CHANCE: FOLLOW-UP AND REINTEGRATION OF STUDENTS WITH PERMANENT WITHDRAWAL THROUGH THE ACADEMIC COMMITTEE

S. E. Hernández Ayón[1]
G. C. Figueroa Valdez[2]
A. Murillo Silva[3]
D. García Pérez[4]

RESUMEN

La presente investigación examina el impacto de la ampliación de semestres para concluir los estudios en las instituciones de educación superior en ingeniería. A pesar de la alta matrícula en el TecNM, persisten dificultades para finalizar las carreras dentro del plazo establecido. La trayectoria académica en esta institución se regula mediante el Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México, que establece un máximo de doce semestres para completar una licenciatura en modalidad escolarizada y 16 semestres en modalidad mixta. No obstante, el comité académico puede otorgar prórrogas en casos particulares. A través de un enfoque cuantitativo, esta investigación analiza las solicitudes de extensión de semestres mediante técnicas de estadística descriptiva. Entre 2019 y 2024, se aprobaron 571 solicitudes, con un notable incremento en 2024, alcanzando 188 casos. Se identifican los factores que influyen en la prolongación de los estudios y se proponen mejoras para optimizar los procesos académicos y administrativos en el TecNM.

ABSTRACT

This study examines the impact of semester extensions to complete studies in higher education institutions for engineering. Despite the high enrollment at TecNM, difficulties persist in completing programs within the established time frame. Academic progress at this institution is regulated by the Manual of Academic-Administrative Guidelines of the National Technological Institute of Mexico, which sets a maximum of twelve semesters to complete a bachelor's degree in the on-campus modality and 16 semesters in the mixed modality. However, the Academic Committee may grant extensions in specific cases. Using a quantitative approach, this study analyzes semester extension requests through descriptive statistical techniques. Between 2019 and 2024, 571 requests were approved, with a notable increase in 2024, reaching 188 cases. The factors influencing the prolongation of studies are identified, and improvements are proposed to optimize the academic and administrative processes at TecNM.

ANTECEDENTES

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), el 21.6% de la población mexicana está cursando educación superior, lo que equivale a aproximadamente 28 millones de jóvenes. Este dato refleja el creciente interés de los jóvenes mexicanos por acceder a una formación académica de nivel superior, que les brinde herramientas para mejorar sus perspectivas laborales y contribuir al desarrollo del país. Dentro de este contexto,

[1] Jefa del departamento de servicios escolares. Tecnológico Nacional de México / I.T. de Ensenada. shernandez@ite.edu.mx
[2] Jefa de la división de estudios profesionales. Tecnológico Nacional de México / I.T. de Ensenada. gfigueroa@ite.edu.mx
[3] Jefa del departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México / I.T. de Ensenada. amurillo@ite.edu.mx
[4] Coordinador de la carrera de Ingeniería Mecatrónica y Electrónica. Tecnológico Nacional de México / I.T. de Ensenada. dagarcia@ite.edu.mx

el Tecnológico Nacional de México (TecNM) juega un papel fundamental en la formación de profesionales altamente capacitados en diversas áreas, especialmente en ingeniería y tecnología. En el TecNM, la matrícula estudiantil alcanza los 576,815 estudiantes, distribuidos entre los niveles de licenciatura y posgrado (MEDTecNM, 2022).

Esta cifra subraya la magnitud de la institución y su contribución al sistema educativo nacional. Sin embargo, a pesar de la alta tasa de inscripción en programas de ingeniería, las tasas de egreso dentro de los plazos establecidos siguen siendo un desafío importante para muchas instituciones de educación superior.

El problema de los rezagos académicos se presenta cuando los estudiantes no logran concluir sus estudios dentro del tiempo estipulado, lo que genera no sólo retrasos en sus trayectorias educativas, sino también una presión sobre los recursos de las instituciones. En el caso del TecNM, las políticas establecidas en su manual de lineamientos académico-administrativos abordan estos rezagos, pero también reconocen la necesidad de brindar apoyo a los estudiantes que enfrentan dificultades que les impiden concluir sus estudios a tiempo.

Esta investigación adopta un enfoque cuantitativo mediante la metodología de investigación científica, centrado en el análisis de casos de estudiantes que han solicitado la extensión de semestres a través del comité académico para concluir su carrera profesional. El objetivo principal de este estudio es determinar si estas extensiones de semestre realmente permiten a los estudiantes concluir sus estudios de manera exitosa, incluso cuando los plazos establecidos por el TecNM para la terminación de la carrera han sido agotados. A través de este análisis, se busca proporcionar evidencia sobre la efectividad de estas prórrogas como una herramienta que puede contribuir al éxito académico de los estudiantes y, al mismo tiempo, a la optimización de los recursos institucionales.

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) es una institución de educación superior pública de gran relevancia en el país, orientada a la formación de profesionistas altamente capacitados en ingeniería, tecnología y ciencias aplicadas. Su misión es contribuir al desarrollo social, económico y tecnológico del país mediante una educación de calidad que fomente la innovación, el pensamiento crítico y el vínculo estrecho con el sector productivo y empresarial. La visión del TecNM es formar egresados con un perfil académico y profesional competitivo, que estén en capacidad de enfrentar los retos del mundo laboral actual y contribuir de manera significativa a la solución de problemas en sus respectivos campos.

El manual de lineamientos académico-administrativos del TecNM (2015) regula y establece las pautas para la trayectoria académica de los estudiantes, siendo un documento clave que orienta tanto a los alumnos como a los docentes y autoridades académicas. En particular, el apartado 6.4.1.3 del manual establece que los estudiantes serán dados de baja definitiva si no concluyen su carrera en un máximo de doce semestres para la modalidad escolarizada y 16 semestres para la modalidad mixta. Esta disposición tiene como objetivo optimizar el flujo académico, garantizar la eficiencia en la gestión de recursos educativos y asegurar que los estudiantes terminen sus estudios dentro de un plazo razonable. Sin embargo, también se reconoce que existen circunstancias excepcionales que pueden justificar la necesidad de una

prórroga en el plazo de terminación de los estudios, lo cual se regula a través del comité académico.

El capítulo 21 del manual, titulado "lineamientos del comité académico", describe las funciones de este organismo dentro de la estructura institucional. Entre sus principales responsabilidades se encuentran la evaluación y resolución de solicitudes académicas especiales, tales como las prórrogas para la conclusión de estudios, los cambios de carrera, las readmisiones y otros casos excepcionales que no se ajustan estrictamente a los lineamientos establecidos. Este comité actúa como un órgano regulador que contribuye a la toma de decisiones estratégicas en la trayectoria académica de los estudiantes, garantizando que se mantengan los estándares de calidad educativa sin perder de vista las circunstancias personales o profesionales que puedan afectar a los alumnos.

Estas normativas reflejan la importancia de establecer un marco estructurado que promueva la eficiencia académica y asegure el cumplimiento de los tiempos establecidos para la conclusión de los estudios. No obstante, también es importante considerar la flexibilidad dentro de este marco, para que los estudiantes que enfrenten situaciones excepcionales puedan recibir el apoyo necesario para concluir con éxito su formación. Este enfoque balanceado es clave para lograr la misión del TecNM de formar profesionales altamente competitivos, al tiempo que se brindan oportunidades de mejora a aquellos que, por razones ajenas a su voluntad, no pudieron completar sus estudios dentro de los plazos tradicionales.

METODOLOGÍA

Esta investigación sigue un enfoque cuantitativo, basado en la metodología de investigación científica propuesta por Hernández-Sampieri (2018), la cual se estructura en diversas fases para garantizar la validez y confiabilidad del estudio. Este enfoque es adecuado dado que permite recopilar, analizar y procesar datos de manera objetiva, asegurando que los resultados sean representativos y que puedan generalizarse en contextos similares.
Como menciona Colegio 24hs (2004), el método inductivo considera que la ciencia comienza con observaciones cuidadosamente realizadas y clasificadas. Este proceso de observación inicial es fundamental para entender los patrones y las dinámicas que influyen en el comportamiento de los estudiantes, en este caso, en cuanto a la extensión de semestres. Por ello, es crucial definir instrumentos confiables y bien desarrollados que faciliten la recopilación de datos pertinentes, ya que una observación adecuada permite construir una base sólida sobre la cual se formarán conclusiones válidas.

En cuanto al alcance de la investigación, como señala Pérez (2020), debe estar claramente definido para garantizar que el estudio sea específico y manejable. En este caso, se consideran los periodos comprendidos entre 2019 y 2024 de una institución ubicada en la ciudad de Ensenada, lo cual ofrece una perspectiva temporal y contextual relevante para el análisis. Esta delimitación temporal asegura que los datos sean actuales y reflejen las dinámicas del periodo bajo estudio, lo que también permitirá comparar tendencias y patrones a lo largo de varios años.

A continuación, se describen las fases del método científico y las actividades realizadas:

1. Observación. Se observó que un porcentaje significativo de la población estudiantil presenta rezago en la terminación de su carrera profesional, debido principalmente al

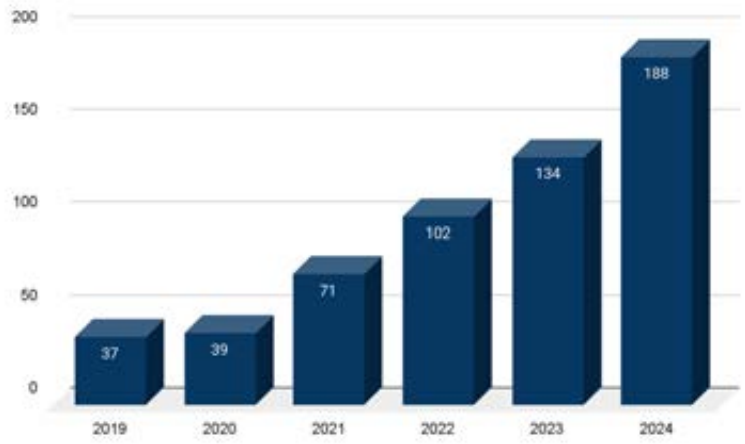
abandono de sus estudios, superando en la actualidad el número de semestres permitidos.

2. Planteamiento del problema o investigación. Los estudiantes con rezago están interesados en concluir su carrera profesional si se les otorga el semestre adicional necesario para finalizar, ya que en su momento abandonaron por diversas razones.
3. Formulación de hipótesis. Se plantea que existe un alto grado de éxito en el egreso de los estudiantes si se les da la oportunidad de continuar con sus estudios.
4. Experimentación. A partir de los 571 casos recabados a través del formulario del comité académico, se medirán los casos de éxito.
5. Organización, registro y análisis de datos. Se filtraron los casos, se registraron y se analiza el estatus actual en 2025 de los estudiantes. Los datos recopilados serán procesados mediante técnicas de estadística descriptiva, utilizando medidas como frecuencias, porcentajes, promedios y desviación estándar para interpretar los resultados. Se emplearon herramientas como Microsoft Excel para facilitar el análisis de la información.

RESULTADOS

El presente reporte presenta información sobre los casos de solicitud de extensión de semestre aprobados por el comité académico durante el periodo de enero de 2019 a diciembre de 2024. Durante este periodo de estudio, se aprobaron un total de 571 solicitudes de extensión de semestre, como se muestra en la Figura 1. Estas solicitudes han ido incrementando anualmente, destacando especialmente el año 2024 con 188 casos solicitados a través del comité académico, lo que representa un incremento del 40 % con respecto al año anterior.

Figura 1. *Solicitudes de extensión de semestre de estudiantes al comité académico por año.*

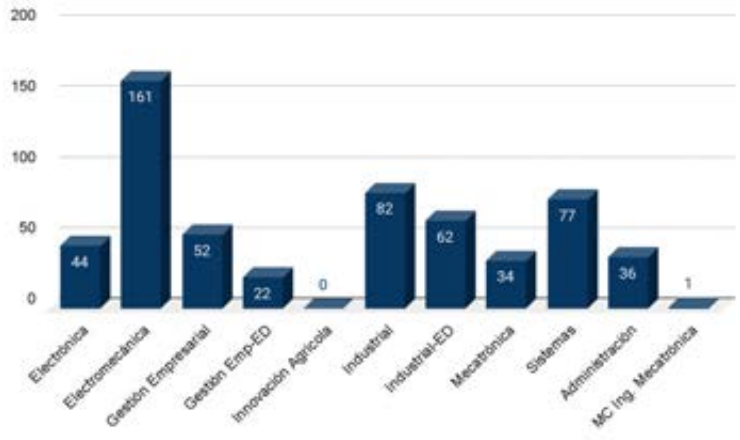


La distribución de los casos aprobados por el comité académico, según programa educativo, se puede observar en la Figura 2. En ella, se evidencia que el programa con el mayor número de solicitudes es el de ingeniería electromecánica, con 161 casos, lo que refleja una tendencia en la que este programa, debido a su alta matrícula, presenta una mayor demanda de extensiones de semestre. Este comportamiento es consistente con la población estudiantil de

la institución, donde ingeniería electromecánica es uno de los programas académicos más solicitados y con mayor número de estudiantes. Le sigue el programa de ingeniería industrial, con 82 solicitudes, en modalidad escolarizada, lo cual también resulta acorde con la alta población estudiantil en este programa, que es uno de los más tradicionales y populares dentro de la oferta educativa de la institución.

También se incluyó el programa de posgrado de la maestría en ciencias en ingeniería mecatrónica, debido a que presenta un caso, así como el programa de ingeniería en innovación agrícola sustentable, en el cual no se han registrado solicitudes, dado que es una carrera de reciente creación y aún no existen egresados que requieran este tipo de solicitudes.

Figura 2. *Solicitudes de semestre extra por programa educativo.*



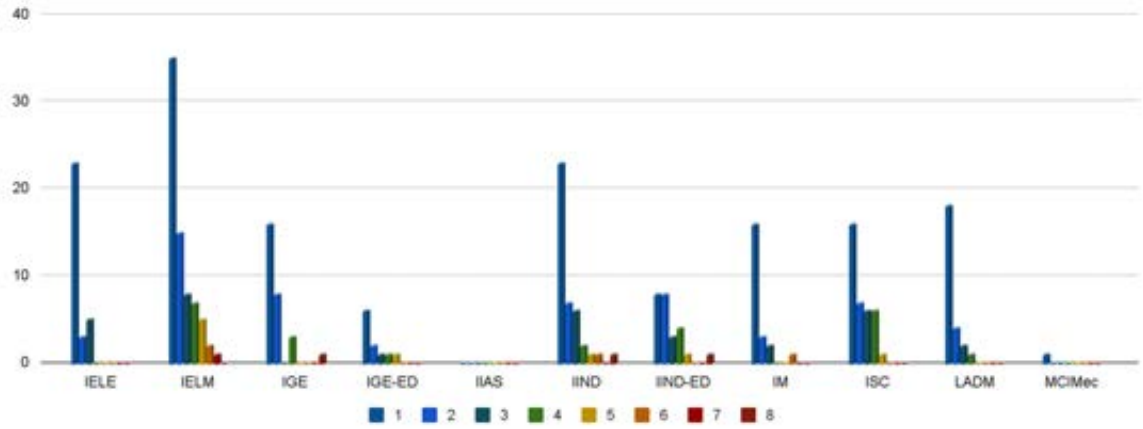
Después de analizar las solicitudes de extensión de semestre, se observa que, durante el periodo analizado, existen casos en los que los estudiantes han solicitado más de una prórroga. Este patrón sugiere que ciertos estudiantes pueden haber enfrentado dificultades continuas que les han llevado a necesitar más tiempo para completar sus estudios a lo largo de su trayectoria académica. A continuación, se presenta una gráfica que ilustra, por carrera, la frecuencia del número de solicitudes realizadas por los estudiantes.

En esta gráfica, se observa que el número 1 es el más predominante, con 162 estudiantes que han realizado solo una solicitud. Este dato indica que la mayoría de los estudiantes que han solicitado una extensión de semestre lo han hecho en una sola ocasión, lo que puede reflejar situaciones específicas que sólo requerían un tiempo adicional para completar su plan de estudios, tales como dificultades temporales o imprevistas.

Por otro lado, se identificaron tres casos extremos en los que un mismo estudiante ha realizado múltiples solicitudes, con un máximo de hasta 8 solicitudes por estudiante. Estos casos corresponden a un estudiante de Ingeniería Industrial en modalidad escolarizada, otro de ingeniería industrial en modalidad semiescolarizada, y uno más de ingeniería en gestión empresarial en modalidad escolarizada, los cuales se muestran en la Figura 3. Estos casos atípicos podrían indicar que los estudiantes enfrentan dificultades continuas o estructurales que les impiden avanzar en su programa de manera regular, lo cual podría estar relacionado

con factores personales, académicos o administrativos que afectan su rendimiento y su capacidad para completar los requisitos dentro del tiempo estipulado.

Figura 3. *Frecuencia de número de solicitudes por programa educativo.*



De las 571 solicitudes de extensión de semestre presentadas ante el comité académico, se identificaron un total de 293 estudiantes que originaron estas solicitudes. A fin de comprender mejor su situación académica, se realizó un análisis exhaustivo del estatus actual de cada uno de estos estudiantes. Los resultados de este análisis, que se ilustran en las figuras 4 y 5, revelan que el 41.6% (122) de los estudiantes ya han egresado de sus programas académicos, lo que sugiere que estas extensiones de semestre fueron cruciales para que completaran sus estudios en el tiempo adicional solicitado. Por otro lado, el 30.7% (90) de los estudiantes se encuentran vigentes en sus programas, es decir, siguen cursando materias y avanzando en sus estudios dentro del tiempo estipulado.

Un 4.1% (12) de los estudiantes está en baja temporal, lo que indica que, por diversas razones, han suspendido temporalmente sus estudios, pero aún mantienen la posibilidad de incorporarse en el futuro. Finalmente, el 23.5% (69) de los estudiantes se encuentran en baja definitiva, los cuales se muestran en la Figura 4 y Figura 5, lo que significa que ya no podrán continuar con sus estudios en la institución, ya sea por haber excedido los plazos para concluir su carrera o por haber decidido abandonar sus estudios de manera permanente. Este desglose de estatus académico permite una comprensión más clara de las dinámicas de la matrícula y la efectividad de las extensiones de semestre en la retención y finalización de los estudios.

Figura 4. *Estatus de los estudiantes con solicitudes de extensión de semestre.*

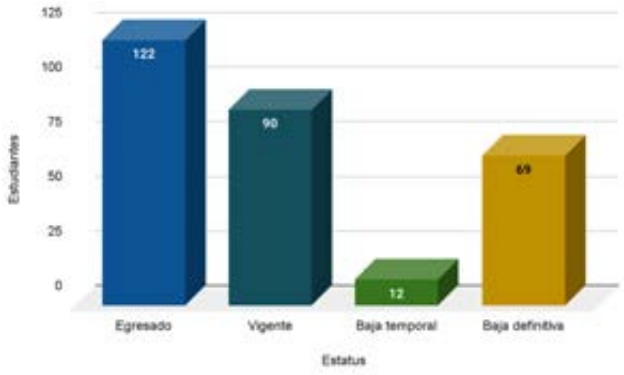
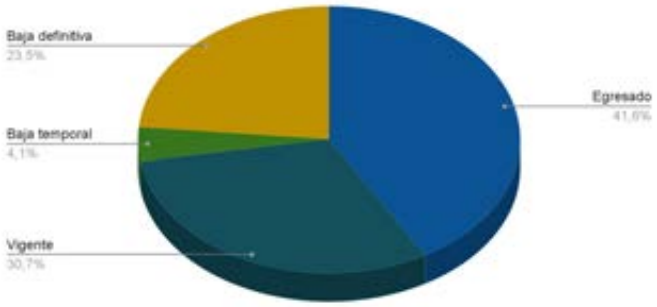


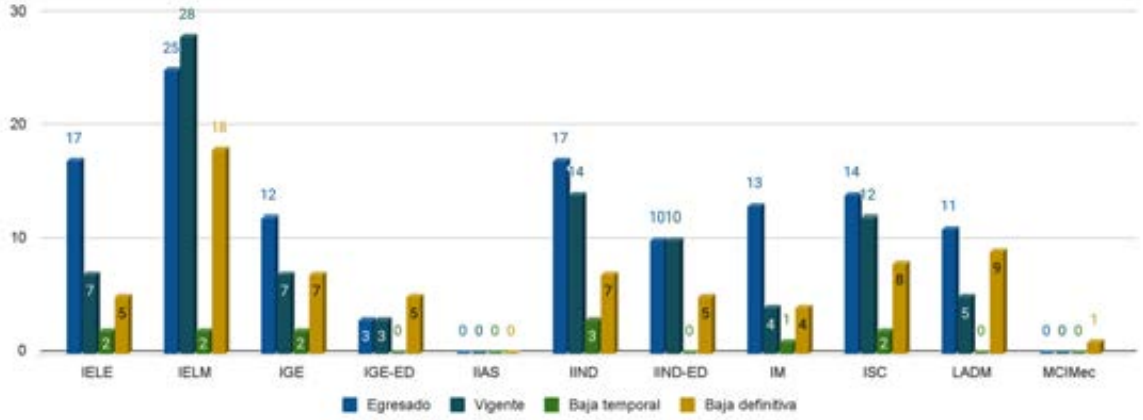
Figura 5. *Porcentaje del estatus de los estudiantes con solicitudes de extensión de semestre.*



Según se observa en la Figura 6, el programa educativo con el mejor porcentaje de aprovechamiento de la segunda oportunidad por parte de los estudiantes es ingeniería electrónica, en el que el 77.42% de los estudiantes que recibieron la autorización para un semestre adicional por parte del comité académico aprovecharon esta oportunidad, logrando que 17 de ellos egresaron y 7 continuaran con sus estudios. En contraste, el 16.13% se encuentra en baja definitiva.

En cuanto a los dos programas académicos con mayor población estudiantil en la institución, los resultados son los siguientes: en ingeniería electromecánica, el 72.6% de los estudiantes que obtuvieron la autorización para un semestre adicional aprovecharon esta oportunidad, con 25 egresados y 28 estudiantes que continúan sus estudios. En contraste, el 24.66% de los estudiantes se encuentran en baja definitiva (18 casos). Por otro lado, en ingeniería industrial en modalidad escolarizada, el 75.61% de los estudiantes que recibieron autorización para un semestre extra aprovecharon esta oportunidad, resultando en 17 egresados y 14 estudiantes que continúan con su formación. En comparación, el 17.07% se encuentra en baja definitiva (7 casos).

Figura 6. *Estatus de los estudiantes con solicitudes de extensión de semestre por carrera.*



CONCLUSIONES

Con base en la hipótesis formulada en la metodología, que establece que "existe un alto grado de éxito de que los estudiantes egresen si se les da la oportunidad de continuar sus estudios", podemos concluir que, del 100% de la muestra analizada, el 41.6% ya ha egresado y el 30.7% se encuentra vigente (es decir, están próximos a concluir su carrera profesional). Por lo tanto, la hipótesis planteada se considera válida.

Este resultado subraya la importancia de proporcionar a los estudiantes una segunda oportunidad para completar sus estudios. En un contexto donde muchos enfrentan retos personales, familiares o financieros que interrumpen su trayectoria académica, permitirles retomar sus estudios y finalizar su formación profesional puede tener un impacto significativo no solo en su desarrollo personal y profesional, sino también en el futuro de sus familias. La educación superior sigue siendo una de las mejores herramientas para generar movilidad social y mejorar la calidad de vida de los individuos y sus hogares. A través de la obtención de un título universitario, los estudiantes pueden acceder a mejores oportunidades laborales, lo que les permite contribuir de manera más efectiva a su comunidad y al bienestar de su familia.

Sin embargo, aún queda mucho trabajo por hacer en las instituciones de educación superior. El rigor en los plazos establecidos para la terminación de una carrera profesional, en muchos casos, no toma en cuenta los períodos en que los estudiantes no estuvieron inscritos debido a diversas situaciones, como problemas de salud, obligaciones laborales o familiares, entre otros. Como resultado, los semestres máximos se agotaron sin que los estudiantes pudieran completar sus estudios, lo que deja sus carreras inconclusas y, con ello, limita las oportunidades que podrían haber tenido para mejorar su futuro.

Este aspecto señala la necesidad de revisar los plazos establecidos y explorar alternativas para apoyar a los estudiantes que, por diversas razones, no logran ajustarse a los tiempos previstos. La implementación de mecanismos como la extensión de semestres o el apoyo académico personalizado puede ser clave para garantizar que más estudiantes logren completar sus estudios, lo que no solo beneficia a los individuos, sino también al país en su

conjunto, al contar con profesionales mejor preparados que impulsan el desarrollo económico y social.

BIBLIOGRAFÍA

Colegio 24hs. (2004). *Métodos científicos y límites de la ciencia*. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w21571w/presentation_content/external_files/2.pdf

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.ª ed.). McGraw-Hill. (Vista: https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Características educativas de la población*. https://www.inegi.org.mx/temas/educacion/

Tecnológico Nacional de México. (2015, octubre). *Manual de lineamientos académico-administrativos*. https://irapuato.tecnm.mx/pdf/reglamento/TECNM_Manual_de_Lineamientos_TecNM_SinAnxs.pdf

Tecnológico Nacional de México. (2022). *Modelo de Educación Dual del TecNM (MEDTecNM 2022)*. https://acapulco.tecnm.mx/wp-content/uploads/2022/05/MEDTecNM_2022.pdf

Pérez, L., Pérez, R., & Seca, M. V. (2020). *Metodología de la investigación científica* (1.ª ed.). Editorial Maipue. https://maipue.com.ar/producto/metodologia-de-la-investigacion-cientifica/

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN JUNTA HOMOCINÉTICA COMO CASO DE ESTUDIO PARA LA INNOVACIÓN EDUCATIVA

STRESS ANALYSIS IN A HOMOKINETIC JOINT AS A CASE STUDY FOR EDUCATIONAL INNOVATION

J. P. Razón González[1]
J. M. García Guzmán[2]
D. I. Gallardo Álvarez[3]
M. Cano Lara[4]

RESUMEN

La evolución de la industria 4.0 exige un replanteamiento de modelos de enseñanza-aprendizaje en la formación de ingenieros. En la actualidad el sector industrial presenta retos que deben abordarse de manera cotidiana durante el quehacer académico al interior de las aulas de las escuelas de ingeniería con enfoque en la resolución de problemas basados en casos reales y aplicaciones prácticas con orientación a la innovación de procesos con ayuda de las herramientas tecnológicas de vanguardia. El docente debe potenciar el desarrollo de competencias y habilidades que sean útiles tanto para la formación académica como para su inserción en el sector industrial, desde la conceptualización de la práctica docente se deben abordar casos de estudio basados en problemas reales que se puedan conceptualizar, analizar y solucionar de manera conjunta en el aula y en el laboratorio para conjugar de manera exitosa diferentes saberes para que el estudiante pueda aplicar de acuerdo a las demandas del sector industrial. En el presente trabajo se analiza el impacto del aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la integración de herramientas de diseño y simulación como Solidworks® y ANSYS® sustentadas con el método de elementos finitos (MEF) y teorías tanto de diseño como de fatiga para la adquisición de competencias clave para la industria moderna. Los resultados destacan la importancia de la aplicación de estrategias innovadoras para fortalecer la formación de estudiantes y su inserción en el sector industrial.

ABSTRACT

The evolution of industry 4.0 calls for a rethinking of teaching-learning models in engineer training. The industrial sector now presents challenges that must be addressed on a daily basis during academic work in engineering schools, with a focus on problem solving based on real cases and practical applications with guidance Process innovation with the help of cutting-edge technological tools. The teacher must promote the development of skills and abilities which are useful both for academic training and for their insertion in the industrial sector, from the conceptualization of teaching practice, case studies based on real problems that can be conceptualized should be addressed, to analyses and solve jointly in the classroom and laboratory to successfully combine different knowledge so that the student can apply according to the demands of the industrial sector. This paper analyzes the impact of project-based learning (ABP) and the integration of design and simulation tools such as Solidworks® and ANSYS® supported by the finite element method (FEM) and theories of both design and fatigue for the acquisition of key competences for modern industry. The results highlight the importance of implementing innovative strategies to strengthen student training and their integration into the industrial sector.

[1] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. juan.rg@irapuato.tecnm.mx
[2] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. jose.gg@irapuato.tecnm.mx
[3] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. dennise.ga@irapuato.tecnm.mx
[4] Profesor de tiempo completo. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx

ANTECEDENTES

El sector automotriz en Guanajuato, específicamente en el corredor industrial del Bajío empezó a detonar desde hace casi 30 años con la llegada de la planta de General Motors en el municipio de Silao, cimentando sólidas bases para el desarrollo industrial de la región. De manera exponencial, el número de parques industriales ha incrementado con la atracción de inversiones por parte de los gobiernos municipales y estatales, presentando un acelerado crecimiento de empresas satélite que proveen materiales, suministros y servicios a los grandes corporativos que son los principales empleadores de los egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica (Razón-González, 2019).

Las empresas automotrices transnacionales se rigen con los más altos estándares de calidad internacional para mantener los niveles de competitividad en el mercado global. En la actualidad, la industria demanda que los egresados de Ingeniería Electromecánica puedan evidenciar y avalar que cuentan con las competencias y habilidades que les permitan insertarse de manera exitosa en el cada vez más exigente sector industrial. De acuerdo con la misión del Tecnológico Nacional de México (TecNM), de "Ofrecer servicios de educación superior tecnológica de calidad, con cobertura nacional, pertinente y equitativa, que coadyuve a la formación de una sociedad justa y humana, con una perspectiva de sustentabilidad" (TecNM, 2014).

En el clúster automotriz del corredor Bajío, la industria crece a pasos agigantados y demanda la aplicación de tecnologías innovadoras que optimicen los procesos de diseño, reduciendo de esta manera costos de manufactura, ofreciendo de esta manera productos competitivos en el mercado. Aunado a esto, los nuevos requerimientos están basados en estándares internacionales para los niveles de calidad; por ello, a través de una dinámica de colaboración y vinculación con instituciones y organismos que involucren a los profesores en el proceso de actualización para el logro de sus objetivos en Desarrollo Institucional y Académico (Hernández, 2018). A través de la incorporación de software ingenieril CAD/CAE/CAM durante las actividades de enseñanza-aprendizaje, se busca conectar el conocimiento teórico con la solución de problemas reales con la filosofía de la mentefactura.

Actualmente, el escuchar sobre la Mentefactura pudiera parecer que se trata de un concepto nuevo que llegó con los retos de la década actual, pero, en realidad no es así, al igual que la Industria 4.0, la concepción de la Mentefactura comenzó por 2012; el concepto fue promovido por Juan José Goñi Zabala en su libro "Mentefactura: el cambio de modelo productivo" (Goñi Zavala J. J., 2012). La llamada Industria 4.0 y también conocida como Smart Factory está creando sinergia con este nuevo paradigma y pareciera que van de la mano puesto que ambas trabajan con el poder de la información, transformación en conocimiento y el uso correcto del mismo, para mejorar la forma en que se realizan los procesos industriales (Granados, 2020).

El contexto industrial contemporáneo está marcado por la transición hacia la digitalización y la automatización, lo que demanda un perfil de egreso en ingeniería con capacidades avanzadas en resolución de problemas, uso de herramientas computacionales y metodologías activas de aprendizaje. La Industria 4.0 y la filosofía de la mentefactura han impulsado la necesidad de innovación educativa, favoreciendo estrategias que fomenten el aprendizaje basado en la práctica y el desarrollo de competencias transversales. El presente estudio

analiza un caso práctico de análisis de fatiga de una junta homocinética vehicular, destacando el uso de herramientas como Solidworks® y ANSYS®. A través de la implementación de metodologías activas, se propicia la capacidad de aplicación de conocimientos teóricos y en la solución de problemas reales de la industria automotriz.

En el sector industrial automotriz, el diseño está orientado a la seguridad y confiabilidad de los usuarios finales de los automóviles; esto implica el uso tanto de software de CAD y CAE para el diseño y análisis de las condiciones de esfuerzos, así como las condiciones de operación tanto cinéticas como cinemáticas. El análisis de esfuerzos predice el gradiente de esfuerzos que un componente mecánico es capaz de soportar, además de los ciclos de fatiga y el factor de seguridad de cada uno de los componentes que integran los sistemas de un automóvil.

La enseñanza de la ingeniería ha transitado de un modelo tradicional basado en la transmisión de conocimientos hacia enfoques centrados en el aprendizaje activo (Prince, 2004). Estrategias como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) han demostrado mejorar el compromiso de los estudiantes y fortalecer el desarrollo de habilidades analíticas y creativas (Hmelo-Silver, 2004). Además, la integración de software de diseño y simulación permite la validación de modelos sin incurrir en altos costos experimentales, favoreciendo la eficiencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Budyna & Nisbett, 2020).

El Aprendizaje Basado en Casos (ABC) se ha consolidado como una metodología efectiva para fomentar el pensamiento crítico y aplicar el conocimiento teórico en contextos reales. Este trabajo presenta un estudio de caso en el que estudiantes de ingeniería electromecánica analizaron los esfuerzos y deformaciones en flechas de velocidad constante a través de herramientas de Diseño Asistido por Computadora (CAD) y simulaciones en ANSYS Workbench. Se expone el proceso metodológico seguido en el aula, desde la identificación del problema hasta la interpretación de los resultados, demostrando el impacto del ABC en el desarrollo de habilidades de análisis y solución de problemas técnicos. Los resultados indican que esta metodología promueve una comprensión más profunda de los conceptos de ingeniería y mejora la capacidad de los estudiantes para abordar problemas reales.

La educación en ingeniería requiere estrategias didácticas innovadoras que permitan a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en escenarios prácticos. El Aprendizaje Basado en Casos (ABC) facilita la comprensión de problemas complejos a través del análisis de situaciones reales, incentivando la investigación y el trabajo colaborativo. En este contexto, el presente estudio explora el impacto del ABC en la enseñanza de la mecánica de materiales, utilizando como caso el análisis de esfuerzos y deformaciones en flechas de velocidad constante.

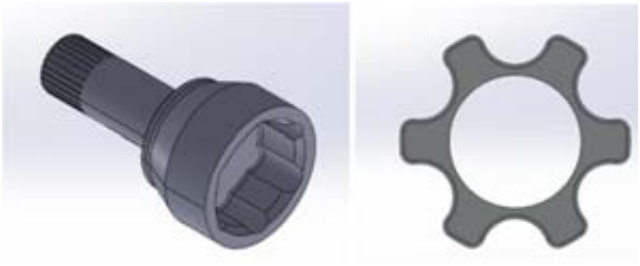
METODOLOGÍA

Este estudio desarrollado por los estudiantes tiene como objetivo el diseño, análisis y evaluación de la fatiga en una junta homocinética, un componente esencial en la transmisión de potencia de vehículos. Dado que esta pieza está sometida a esfuerzos cíclicos constantes debido a la torsión y las cargas dinámicas del sistema de tracción, su falla representa un riesgo crítico para la seguridad del vehículo y sus ocupantes. A través del análisis de fatiga, se busca identificar los puntos de mayor concentración de esfuerzos y proponer mejoras en el diseño

o en los materiales empleados, con el fin de aumentar la durabilidad y confiabilidad del sistema de transmisión. Este estudio surge de la necesidad de prevenir fallos prematuros en la junta homocinética, especialmente en condiciones de operación exigentes, donde una falla inesperada podría comprometer la estabilidad y el control del vehículo.

En el software Solidworks®, se realizó el modelo 3D de la junta homocinética con dimensiones reales de acuerdo con datos del fabricante que investigaron los alumnos de la carrera de ingeniería electromecánica. Se los alumnos modelaron cada uno de los componentes por separado en archivos en formato sldprt que es el tipo de archivo nativo de las piezas de Solidworks®, se dibujaron tanto el acoplamiento del lado rueda denominado como campana, los rodamientos de esfera, la jaula y el núcleo guía que evita la interferencia cinemática entre los elementos una vez que son ensamblados. En la Figura 1, se pueden apreciar la campana y el núcleo como componentes esenciales de la junta homocinética.

Figura 1. *Campana y núcleo de la junta homocinética.*



En la Figura 2 se puede observar el detalle del ensamble de la campana con la jaula y los rodamientos de esfera y el ensamble completo de la junta homocinética con el núcleo incluido.

Figura 2. *Junta homocinética a) con jaula y rodamientos de esfera y b) completa.*

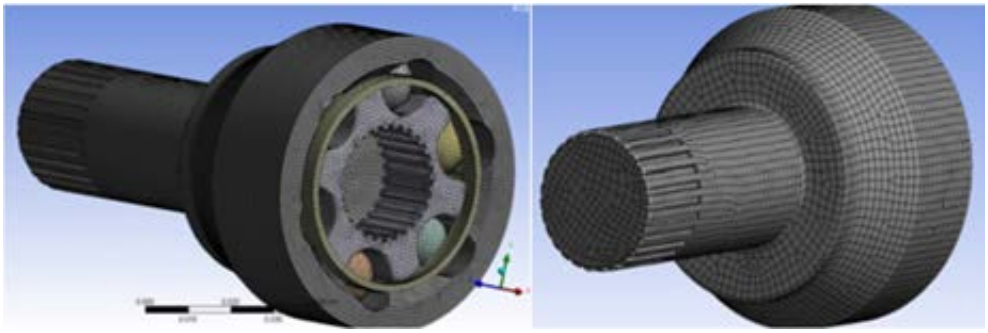
El uso del CAE es fundamental para realizar el análisis de los componentes de la junta homocinética por el método de elemento finito (MEF), el cual a partir de su análisis permite obtener un seccionamiento de diferentes zonas para posteriormente ejercer una fuerza o carga cobre cada sección, debido a esto, el CAE realiza el análisis del comportamiento individual

de cada uno de esos elementos e integra los efectos de esfuerzos y deformaciones en un resultado global de cada componente pero considerando los detalles de cada una de las secciones en las que se dividió por el método de elemento finito.

ANSYS ® Workbench es un software CAE que ayuda a visualizar por medio de simulaciones varios tipos de análisis como eventos mecánicos, sistemas de control, acústicos, térmicos, fluidos, tensión, torsión, compresión, dinámica y cinemática de mecanismos, sistemas mecatrónicos, procesos de fabricación y optimización de productos partiendo del Método de Elemento Finito mencionado anteriormente. ANSYS® Workbench es utilizado para optimizar el tiempo y costo de pruebas de validación de piezas y prototipos, ya que al ser un software tan avanzado permite comprender aquellas fallas que puede presentar el material o la composición geométrica de la pieza sin necesidad de realizar pruebas físicas, para posteriormente, obtener una pieza que al cumplir con los parámetros exigidos pueda llegar a su manufactura real de manera confiable de acuerdo a las teorías de diseño.

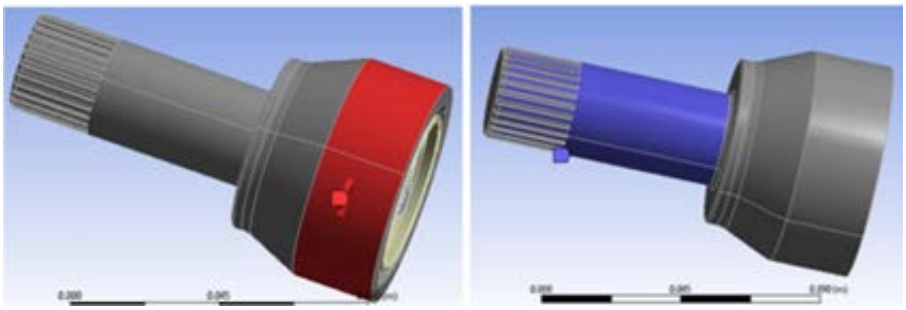
Una vez que se finalizó el modelado individual de los componentes de la junta homocinética y se conjuntaron todas las piezas en un archivo sldasm que es la denominación del formato nativo de Solidworks® para los ensambles, se guardó y fue exportado para empezar con el análisis por el Método de Elementos Finitos (MEF) en ANSYS® Workbench. Una vez que se importó el ensamble en el programa de análisis, lo primero que se hizo fue parametrizar el material con módulo de elasticidad de 210GPa y módulo de Poisson de 0.3 para el acero 4045 empleado, definir pares de contacto entre componentes del ensamble y por último seleccionar el tipo de elemento para el análisis. Se caracterizó un elemento basado en la formulación de tetraedros con control de tamaño de 1mm, en la Figura 3 se muestran 2 vistas de la malla o conjuntos de elementos que se usarán para el análisis de la junta homocinética

Figura 3. *Malla compuesta de elementos tetraédricos con tamaño de arista de 1mm.*



Posteriormente, los estudiantes definieron las condiciones de frontera (Border Conditions), mismas que consisten en definir las zonas que serán restringidas de movimiento y en las que estarán aplicadas las cargas; para este caso se restringieron las caras cilíndricas correspondientes al estriado y mientras que el momento fue aplicado en otro par de caras cilíndricas para simular el efecto del par de torsión del sistema de tracción del vehículo. En la Figura 4 se presentan las condiciones de frontera de la siguiente manera: soporte fijo en color azul y el momento o par de torsión en color rojo para una identificación más precisa.

Figura 4. *Condiciones de frontera: Soporte fijo (color azul) y momento (color rojo).*

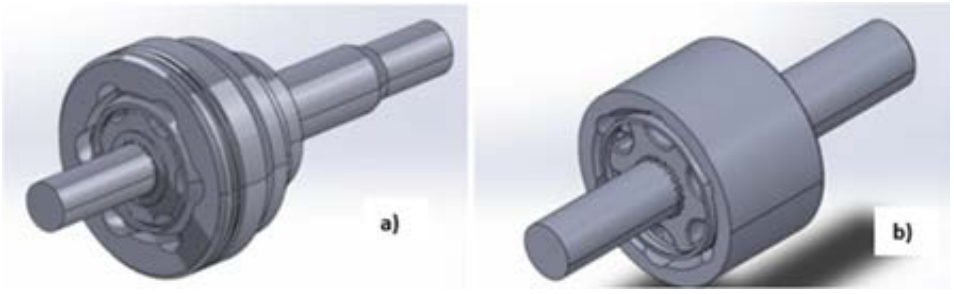


Los alumnos realizaron el modelado de la contraparte de la junta homocinética, el acoplamiento del lado de la transmisión, también conocido como "tulipán" y posteriormente lo importaron al ANSYS® Workbench para caracterizar sus propiedades de material, definir sus condiciones de frontera y simular su comportamiento de acuerdo con los parámetros de operación real. El tulipán y la campana van conectados a través de un eje o barra con los extremos estriados y en conjunto conforman la junta homocinética. En la Figura 5 se muestran los 3 componentes principales de la flecha de velocidad constante: la junta homocinética lado rueda, el eje y la junta homocinética lado caja:

Figura 5. *Partes principales de la flecha de velocidad constante.*

Cada uno de los fue modelado por los alumnos en el software de CAD Solidworks® para posteriormente importarse al programa ANSYS® Workbench. Una vez que se encontraron importados en un formato compatible, se definieron los pares de contacto y se comprobaron las tolerancias para evitar inconsistencias tanto en el "bonded" como en el "target". La pieza denominada "bonded" es la pieza que hace contacto con la pieza "target" que es el objetivo y recibe dicho contacto; cabe mencionar que el sentido del par de contacto es importante para la caracterización de los esfuerzos Hertzianos o de contacto, mismos que son relevantes para el análisis de fatiga (Budyna & Nisbett, 2020). En la Figura 6 se muestran los modelos de CAD de la junta homocinética lado rueda (a) y la junta homocinética lado caja (b)

Figura 6. *Ensamble de juntas homocinéticas, a) lado rueda, b) lado caja.*



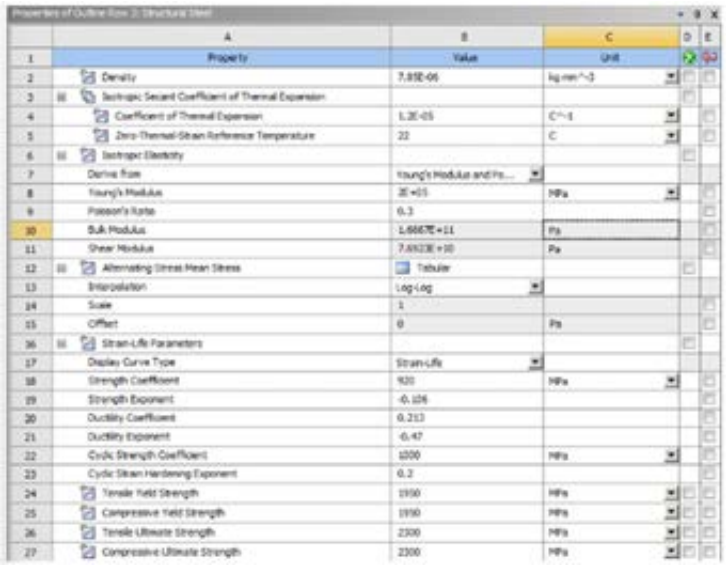
En la Figura 7 se describe la información detallada de los pares de contacto, siendo importante determinar cuál será el sentido de la superficie de contacto (bonded y target); la mayoría de los contactos mantienen una estructura predeterminada por el programa, exceptuando la formulación en la sección avanzada, para estas simulaciones la formulación requerida es la de Lagrange aumentada y la definición del tipo de contacto es "bonded".

Figura 7. *Definición del tipo de contacto.*

Details of "Multiple Selection"	
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Definition	
Type	Bonded
Scope Mode	Automatic
Behavior	Program Controlled
Trim Contact	Program Controlled
Trim Tolerance	7.916e-004 m
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Augmented Lagrange
Detection Method	Program Controlled
Penetration Tolerance	Program Controlled
Elastic Slip Tolerance	Program Controlled
Normal Stiffness	Program Controlled
Update Stiffness	Program Controlled
Pinball Region	Program Controlled
Geometric Modification	
Contact Geometry Correction	None
Target Geometry Correction	None

El material seleccionado para las piezas es un acero caracterizado a partir del acero estructural base que se proporciona en la librería de materiales (Engineering Data) y se parametriza de acuerdo a las propiedades mecánicas de la aleación empleada en la manufactura del conjunto completo de las juntas homocinéticas; las propiedades que se modificaron son el módulo de elasticidad o de Young (Young´s modulus), resistencia a la tensión y resistencia a la compresión (tensile yield strength, compresive yield strength), estas modificaciones se pueden apreciar a detalle en la Figura 8

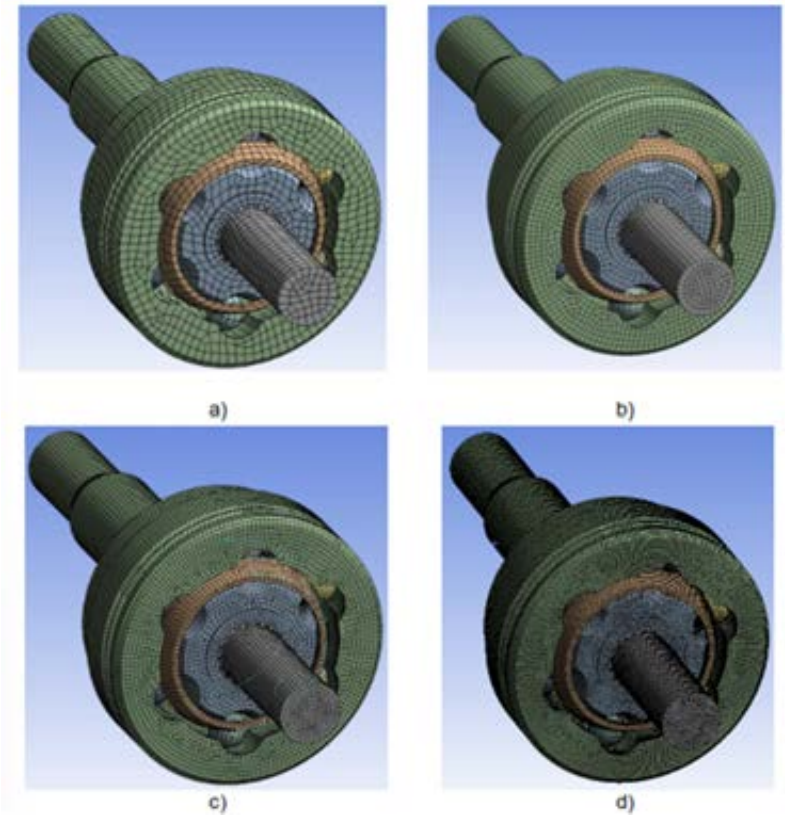
Figura 8. *Caracterización de las propiedades del material.*



	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Density	7.85E-06	kg·mm^-3		
3	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
4	Coefficient of Thermal Expansion	1.2E-05	C^-1		
5	Zero-Thermal-Strain Reference Temperature	22	C		
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's Modulus and Po...			
8	Young's Modulus	2E+05	MPa		
9	Poisson's Ratio	0.3			
10	Bulk Modulus	1.6667E+11	Pa		
11	Shear Modulus	7.6923E+10	Pa		
12	Alternating Stress Mean Stress	Tabular			
13	Interpolation	Log-Log			
14	Scale	1			
15	Offset	0	Pa		
16	Strain-Life Parameters				
17	Display Curve Type	Strain-Life			
18	Strength Coefficient	920	MPa		
19	Strength Exponent	-0.106			
20	Ductility Coefficient	0.213			
21	Ductility Exponent	-0.47			
22	Cyclic Strength Coefficient	1000	MPa		
23	Cyclic Strain Hardening Exponent	0.2			
24	Tensile Yield Strength	1950	MPa		
25	Compressive Yield Strength	1950	MPa		
26	Tensile Ultimate Strength	2300	MPa		
27	Compressive Ultimate Strength	2300	MPa		

Una vez que los modelos son importados al software ANSYS® Workbench, se procede a generar la malla. El mallado básicamente discretiza o divide las geometrías complejas de los componentes de la junta homocinética en elementos de geometría regular como hexaedros y tetraedros para analizarlos por separado como cuerpos con geometrías regulares y posteriormente analizar todos esos elementos como un único cuerpo e integrar los resultados de esfuerzos, deformaciones, factor de seguridad, entre otros. En la Figura 9 se puede visualizar la malla empleada para la junta homocinética del lado rueda, así como la variación en el tamaño de los elementos empleados

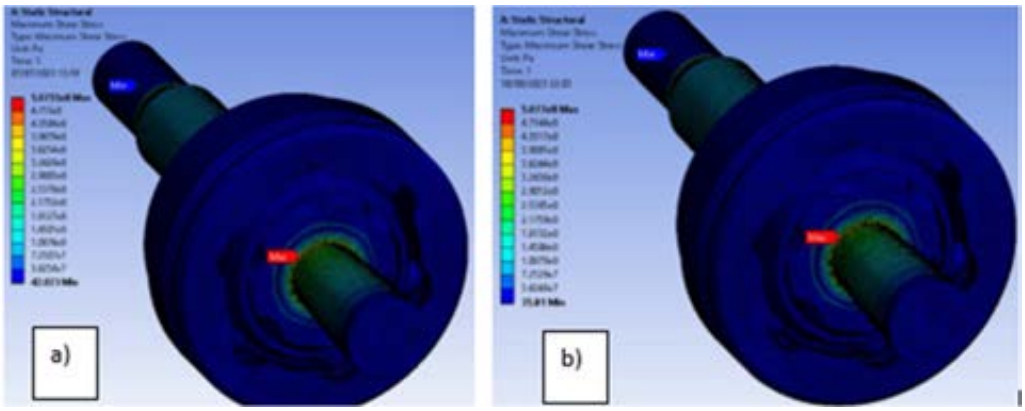
Figura 9. *Variación del tamaño de elementos de mallado en la junta homocinética lado rueda a) 3mm, b) 2mm, c) 1.5mm y d) 1mm.*



RESULTADOS

El concepto "punto de convergencia" se refiere al punto de equilibrio entre la precisión de los resultados cotejada contra la cantidad de elementos empleados en la simulación y la variación que puede presentar de acuerdo con el incremento de dichos elementos de la malla. De los resultados más relevantes se encontró que el punto de convergencia tanto para esfuerzos como para deformaciones se encontró en 1.5mm en el tamaño de arista de los elementos. El esfuerzo equivalente de Von-Mises se usa para predecir la falla y fractura de la estructura base de acuerdo con el valor crítico de la tensión de corte máxima de la estructura debido al límite de fluencia del material; de igual manera se presenta la gráfica del esfuerzo cortante tal como se puede apreciar en la Figura 10

Figura 10. *Esfuerzo a) de Von-Mises y b) cortante dentro del rango permisible seguro.*



CONCLUSIONES

Al realizar el análisis de esfuerzos se puede observar que se encuentra dentro de parámetros seguros y que los elementos de la junta homocinética están en la zona elástica del material, lo que se interpreta como piezas confiables ante las condiciones de esfuerzo mostradas. Se realizaron diferentes simulaciones con variación del tamaño de elemento, esto buscando el punto de convergencia para validar que la solución y el modelo de Lagrange aumentado es el adecuado para este caso de estudio. Los resultados de los esfuerzos equivalentes de Von-Mises y cortante máximo presentan un comportamiento similar en sus resultados, si bien la magnitud de ambos tipos de esfuerzos no es igual, el patrón de comportamiento presentado es similar y en ambos casos está en una condición segura.

El talento humano es quien detona el potencial de las organizaciones, otorgando valor a sus procesos y es el protagonista de cualquier éxito empresarial; además de que, es un factor trascendental en las necesidades de la Cuarta Revolución Industrial. Si se ignora el efecto revulsivo del capital humano en las consideraciones de la Industria 4.0, la empresa corre el riesgo de desaparecer o quedarse fuera de las tendencias de la industria actual, el trabajar desde el aula en problemas basados en casos de estudio permite vincular y conectar los problemas reales con el conocimiento teórico y también permea a los estudiantes de problemas reales de la industria que se resuelven con el conocimiento teórico potenciado por las herramientas computacionales de vanguardia.

La flecha de velocidad constante cumple con los parámetros necesarios para garantizar el buen desempeño y la confiabilidad al operar de manera segura en las condiciones de operación aproximadas a la realidad, sin embargo, no se debe olvidar que sin importar el potencial de los programas computacionales de CAD/CAE se debe fundamentar con bases teóricas de la formación tradicional de la ingeniería para tener la capacidad de plantear, diseñar, simular, analizar, interpretar y rediseñar sistemas mecánicos a partir de casos reales en un entorno didáctico para gradualmente introducir a los estudiantes a la problemática de la industria moderna.

BIBLIOGRAFÍA

Budyna, R., Nisbett, J. (2020). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.* CDMX: McGraw-Hill. https://www.mheducation.com/highered/product/shigleys-mechanical-engineering-design-nisbett.html?

CACEI. (2017). *Consejo de Acreditación de la Enseñanza en Ingeniería A.C.* Obtenido de https://cacei.org.mx/

Goñi Zavala J. J. (2012). *Mentefactura:El cambio del modelo productivo. Innovar sobre intangibles del trabajo y la empresa.* CDMX: Ediciones Díaz de Santos. https://www.editdiazdesantos.com/libros/goni-zabala-juan-jose-mentefactura-L27000790301.html?

Granados, G. (10 de Agosto de 2020). *Visión Industrial*. Obtenido de https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/904?

Hernández, G. D. (2018). *Procedimiento para la obtención de modelos de convenios.* Obtenido de https://itcampeche.edu.mx/wp-content/uploads/2016/09/PIID_2013-2018_TECNM.pdf

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review, 16*(3), 235-266. . https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3

Penagos, J. A. (2000). Creatividad, una aproximación. *Revista Psicología*, 6. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/320627379_Creatividad_una_aproximacion

Prince, M. (2004). Does active learning work? *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223-231.

Razón-González, J. P.-H.-L. (1 de Ene de 2019). Impacto de la gestión de certificaciones internacionales en la inserción laboral de los ingenieros electromecánicos. (ANFEI, Ed.) *ANFEI Digital, 1*(10), 1-5. Recuperado el 08 de Febrero de 2023

TecNM. (2014). *Tecnológico Nacional de México.* Obtenido de TecNM: http://www.tecnm.mx/images/areas/planeacion/2014/PIID_2013-2018_TECNM_Final.pdf

TecNM. (Octubre de 2015). *Tecnológico Nacional de México.* Obtenido de https://www.tecnm.mx/images/areas/docencia01/Libre_para_descarga/Manual_Lineamientos_TecNM_2015/Manual_de_Lineamientos_TecNM.pdf

Tecnológico Nacional de México campus Irapuato. (2022). *Ingeniería Electromecánica - Plan de estudios*. Obtenido de https://irapuato.tecnm.mx/#

VITASIGNS: TOMA DE SIGNOS VITALES SIN CONTACTO PARA UNA ATENCIÓN MÉDICA MÁS EFICIENTE Y SEGURA

VITASIGNS: CONTACTLESS VITAL SIGNS MONITORING FOR MORE EFFICIENT AND SAFER HEALTHCARE

C. A. Martínez Cava[1]
J. Pérez Escamilla[2]
L. Mendoza Guzmán[3]
O. D. Arteaga Bahena[4]

RESUMEN

La presente investigación aborda la problemática de la toma de signos vitales en el sector salud, donde la saturación del personal médico y el riesgo de contagio por contacto directo con pacientes representan desafíos significativos. Se propone el desarrollo de un dispositivo ergonómico e inteligente para la medición de signos vitales sin contacto, utilizando tecnologías como sensores de nueva generación, tarjetas de desarrollo de código abierto y técnicas de inteligencia artificial. La metodología empleada incluye el prototipado evolutivo, dividido en tres etapas: modelado de la aplicación, diseño del prototipo y desarrollo de la interfaz hombre-máquina. Los resultados preliminares indican una reducción en el tiempo de atención de 3 a 5 minutos por paciente, además de una disminución en los costos operativos y riesgos de contagio. Se concluye que este dispositivo no solo optimiza la eficiencia en la atención médica, sino que también contribuye al cumplimiento de normativas como la NOM-004-SSA-2012, mejorando la calidad del servicio y la experiencia del paciente.

ABSTRACT

This research addresses the challenges in measuring vital signs within the healthcare sector, where the saturation of medical staff and the risk of contagion through direct patient contact pose significant issues. The study proposes the development of an ergonomic and intelligent device for contactless vital signs measurement, utilizing advanced technologies such as next-generation sensors, open-source development boards, and artificial intelligence techniques. The methodology employed includes evolutionary prototyping, divided into three stages: application modeling, prototype design, and human-machine interface development. Preliminary results indicate a reduction in patient care time from 3 to 5 minutes, along with decreased operational costs and contagion risks. The study concludes that this device not only optimizes healthcare efficiency but also contributes to compliance with regulations such as NOM-004-SSA-2012, enhancing service quality and patient experience.

ANTECEDENTES

La valoración inicial en hospitales es crucial para la atención al paciente. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), una correcta toma de signos vitales es esencial para la prevención y diagnóstico de padecimientos cardiovasculares. Para 2025, se prevé que se institucionalice un modelo para el control de la hipertensión arterial y la prevención secundaria. En México, cerca de 91,187 muertes son atribuidas a enfermedades cardíacas, según el informe de Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR). El avance en tecnologías como tarjetas de desarrollo y sensores de nueva generación facilita el prototipado

[1] Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. camartinezc@itsoeh.edu.mx
[2] Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. javierperez@itsoeh.edu.mx
[3] Docente de Ingeniería en Sistemas Computacionales. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. lmendoza@itsoeh.edu.mx
[4] Profesional independiente. TecNM ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. 230110111@itsoeh.edu.mx

de dispositivos inteligentes en apoyo del cuidado de la salud a grandes costos. Dado que el cuerpo médico enfrenta sobrecarga laboral, proponemos un dispositivo ergonómico inteligente que permite la toma de signos vitales sin contacto corporal.

En tiempos modernos, la automatización de tareas permite hacer eficiente los procesos. En el sector médico, la prevención de enfermedades crónicas ha cobrado relevancia en tiempos recientes. Para el 2025 la OPS, pretende estandarizar la toma de la presión arterial, con el propósito de disminuir las enfermedades cardíacas con énfasis en la hipertensión. Dotar al personal de salud de herramientas para mejorar la calidad del servicio, puede mejorar la percepción de la atención hospitalaria. El mantener datos históricos sobre mediciones como la presión arterial, la temperatura, la oxigenación, el peso y la altura permite a los especialistas médicos tomar acciones informadas en la atención preventiva de enfermedades crónicas.

La medición precisa de la presión arterial es de vital importancia para diagnosticar y controlar la hipertensión, y se logra mediante dispositivos validados y protocolos adecuados para enfatizar la importancia de un entorno tranquilo y el correcto uso de monitores automáticos. Además, se busca fortalecer los marcos regulatorios para garantizar el uso exclusivo de dispositivos de medición adecuados. El paquete técnico HEARTS en las Américas propone un enfoque estandarizado para el tratamiento de la hipertensión, permitiendo a los países adaptar los protocolos a sus contextos locales. La atención centrada en el paciente y la capacitación de más profesionales de salud son clave para mejorar el control de la presión arterial (Organización Panamericana de la Salud, 2023).

Durante 2023, en México se registraron un total de 794,739 muertes, siendo las enfermedades del corazón la principal causa de fallecimiento, con 189,289 casos, según las Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) del INEGI (2024). Entre enero y junio de 2023, se contabilizaron 97,187 defunciones, lo que representa un aumento significativo en comparación con el mismo periodo del año anterior. Además de las enfermedades del corazón, la diabetes también se destacó como una de las principales causas de muerte, reflejando preocupaciones sobre la salud pública. Se observó una variabilidad notable en las tasas de mortalidad en distintas regiones del país. Esta información preliminar subraya la urgente necesidad de implementar estrategias efectivas para abordar estos desafíos en el ámbito de la salud (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2024).

El Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) ha implementado un innovador sistema de “Triage” que permite a los derechohabientes recibir una valoración inicial en las áreas de urgencias en menos de 15 minutos. Este enfoque, que utiliza un proceso de semaforización (rojo, amarillo y verde) y herramientas informáticas, ha optimizado los tiempos de atención en 21 clínicas y hospitales del país. Hasta la fecha, se han capacitado más de 600 profesionales de la salud en este sistema, lo que ha contribuido a una notable reducción en las quejas y una mejora en la experiencia de espera para los pacientes. La coordinación entre el personal de enfermería y médicos es fundamental para el éxito de este proceso, que busca intervenir de forma eficaz y oportuna en la atención de emergencias (ISSSTE, 2024).

La NORMA-004-SSA-2012 establece lineamientos para la atención de urgencias en México, subrayando la importancia del manejo adecuado del expediente clínico y el registro de signos vitales en la atención médica. Exige que se mantenga un historial clínico integral para cada paciente, debe contener información relevante desde su ingreso hasta su egreso, incluyendo antecedentes médicos, tratamientos realizados y evolución del paciente. La información debe ser accesible para el personal autorizado, garantizando al mismo tiempo la confidencialidad de la información del paciente.

Los signos vitales a anotar son: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y temperatura corporal. El personal médico debe estar capacitado para interpretar las lecturas de los instrumentos y tomar decisiones clínicas basadas en estos datos, lo que es crucial para el manejo adecuado de situaciones de urgencia (Secretaría de Salud, 2012).

Escalante (2019) presenta un sistema innovador para la toma de signos vitales de forma electrónica y a distancia, dirigido especialmente a zonas rurales con limitaciones en recursos médicos. Propone un "maletín electrónico" que integra dispositivos como termómetros y baumanómetros, conectados a teléfonos inteligentes para facilitar la medición de temperatura, frecuencia cardiaca y presión arterial. Este enfoque no solo optimiza el diagnóstico y tratamiento en áreas remotas, sino que también permite la transmisión de datos médicos a centros de salud más especializados, pudiendo mejorar así la atención médica en contextos de bajos recursos y zonas rurales (Hernández Escalante, A. 2019).

Hernández et al. (2021) Diseñan un prototipo rudimentario para la toma de signos vitales como la pulso, temperatura y tensión arterial. Su principal objetivo es generar una propuesta para la adquisición de datos por medios electrónicos. Su desarrollo se basa en una placa con controlador ATMEGA328p, una pulsera para la toma de presión arterial, un sensor MAX30100 para pulso cardiaco, el MLX90614 y el MEMS HL100D para la presión arterial. Encontrando variaciones en las mediciones y algunos factores que lo provocan.

Hernández Escalante, Rodríguez Martínez & Hernández García (2023) Proponen un dispositivo móvil que interconecta diferentes sensores para su integración en una aplicación móvil, que permite visualizar la cámara oftalmoscopia, una cámara para cavidades corporales, además de los ya mencionados se anexó un glucómetro digital. La aplicación muestra tener un gran porcentaje de aprobación, según las encuestas de los grupos de estudio. En comparativa ante el IMPI y otras organizaciones, menciona que sólo 7 aplicaciones son comparables de las 30 encontradas con registro de patente.

Derivado de una revisión de los tiempos de atención hospitalaria, se encontró que la toma de signos vitales, tales como la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la temperatura corporal y la presión arterial, requiere un tiempo de entre 51 y 56.7 minutos. Se propone un sistema que integra la tarjeta de desarrollo Arduino, el sensor de pulsos ADA-1093, el sensor de temperatura MLX90614 y el sensor de oxigenación MAX30102. Además, se incorpora un dispositivo móvil para la visualización de los datos y el mantenimiento del historial. En los resultados, la aplicación de los sensores en pacientes tomó entre 20 y 30 segundos (Santoyo-Luévano, Avilés-Cruz, Zuñiga-López, 2020).

Andrade (2015) desarrolló un prototipo de sensor digital para funcionar como frecuencímetro cardíaco. En este prototipo se integra la tarjeta de desarrollo Arduino, el sensor Piezo-Film LTD-028K, el módulo XBee serie uno, el XBee Shield y un amplificador operacional. Usó el software LabVIEW para el diseño e interfaz de la aplicación. Describe la toma de la presión arterial, remarcando que las señales son susceptibles a variaciones del entorno fisiológico al que se le aplique este tipo de medición, además que el sensor seleccionado requiere de filtrado para reducir el error en la medición (Andrade, 2015).

Derivado de la necesidad de desarrollo de software funcional y de costo asequible, surgen las metodologías de desarrollo de software. Derivado de los postulados de Dijkstra, surge el Ciclo de vida de desarrollo de software. Entonces, se tiene una representación del proceso y se puede avanzar a una metodología. La perspectiva iterativa, permite controlar y sistematizar en pequeñas etapas el modelo de cascada. El prototipo, se desarrolla en entradas evolutivas, así el producto final se desarrolla de forma más completa (Gamboa, 2018).

Las tarjetas de desarrollo de código abierto, surgieron como una herramienta informática compacta para estimular el interés en las tecnologías de información y telecomunicaciones. El uso de un chip que incluye software (software on chip, SoC), permite que se puedan desarrollar prototipos que fueran compactos y de un gran poder de procesamiento. Pudiendo integrarse en tareas de edificios inteligentes, energía, interacciones hombre-máquina, sistemas ciber-físicos, impresión 3D, vehículos autónomos, etc. Raspberry Pi, es una herramienta de bajo costo, que permite el desarrollo de proyectos de ingeniería integrando software de alto nivel y electrónica de bajo nivel. (Molloy, 2016)

Gartner señala el crecimiento continuo de la fabricación aditiva y la impresión 3D en diversas aplicaciones, con un enfoque especial en la impresión 4D y su capacidad para transformar materiales de manera dinámica. Se destacan los beneficios del uso de la tecnología en el sector médico y la fabricación en metal en la industria (Contreras, 2023).

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este estudio se basa en un enfoque de prototipado evolutivo, que se divide en tres etapas clave. Este enfoque permite un desarrollo iterativo y flexible, asegurando que el dispositivo final cumpla con los requisitos y expectativas de los usuarios. La Tabla 1 sintetiza los componentes utilizados. Durante el desarrollo de este prototipo se utilizará la primera etapa evolutiva. Cuya meta fue la presentación en INNOVATEC 2024 y obtener retroalimentación de expertos.

1. Modelado de la aplicación: En esta fase inicial, se definieron los requisitos funcionales del dispositivo, teniendo en cuenta las necesidades tanto de los profesionales de la salud como de los pacientes. Se realizó un análisis exhaustivo de las tecnologías existentes en el mercado, lo que permitió identificar las características necesarias para el dispositivo.

2. Diseño del prototipo: En la segunda etapa, se procedió al desarrollo del prototipo utilizando sensores de última generación y tarjetas de desarrollo de código abierto. Este diseño se centra en la ergonomía y la facilidad de uso, asegurando que el dispositivo pueda ser operado de manera rápida y eficiente por el personal médico y los pacientes.

3. Desarrollo de la Interfaz hombre-máquina: La última etapa del proceso de prototipado se centra en la creación de una interfaz intuitiva que facilita la interacción de los usuarios con el dispositivo.

Tabla 1. *Componentes para el dispositivo.*

Componente	Descripción	Función
Sensor de Frecuencia Cardíaca	Sensor óptico que mide la frecuencia cardíaca a través de la piel.	Captura datos en tiempo real.
Sensor de temperatura	Sensor infrarrojo que mide la temperatura corporal sin contacto.	Lectura Proporcionas necesidades de fiebre.
Módulo de Comunicación	Módulo Bluetooth para la transmisión de datos a dispositivos móviles.	Facilita la conectividad y el monitoreo.
Pantalla LCD	Pantalla de visualización para mostrar signos vitales en tiempo real.	Permite visualizar datos del usuario.
Plataforma de Desarrollo	Tarjeta de desarrollo (ESP32) para el procesamiento.	Realiza el análisis de datos y control.
Batería recargable	Fuente de energía para el funcionamiento del dispositivo.	Asegura la portabilidad del prototipo.

RESULTADOS

Se ha observado una disminución en los costos operativos asociados a la medición de signos vitales. Donde al eliminar la necesidad de equipos invasivos y reducir el contacto físico, el dispositivo contribuye a disminuir el uso de recursos materiales, así como los gastos relacionados con la desinfección y el manejo de equipos médicos. Este aspecto es particularmente relevante en el contexto actual, donde los sistemas de salud buscan reducir gastos sin comprometer la calidad del servicio.

El dispositivo ha demostrado ser eficiente en la medición de signos vitales clave, tales como presión arterial, frecuencia respiratoria, temperatura y niveles de oxigenación. Estas mediciones son fundamentales para un diagnóstico temprano y para el monitoreo continuo de enfermedades, especialmente en el caso de condiciones críticas como las enfermedades cardíacas. La capacidad de proporcionar datos precisos y en tiempo real permite a los profesionales de la salud tomar decisiones informadas y rápidas, mejorando así los pronósticos de los pacientes.

Además, se espera una mejora en la percepción del servicio médico por parte de los pacientes. Al permitir que el personal se concentre en actividades críticas en lugar de en la toma de datos, se crea un ambiente donde la atención al paciente es más personalizada y efectiva. Se observó que los pacientes reportaron una mayor satisfacción con el servicio recibido, lo que evidencia que la tecnología no solo mejora la eficiencia, sino que también impacta positivamente en la experiencia del paciente.

La Tabla 2 presenta estadísticas de muertes por enfermedades cardíacas en los últimos años, evidenciando la necesidad urgente de un monitoreo efectivo de signos vitales. En 2021, se registraron 90.000 muertes, cifra que aumentó a 95.000 en 2022, aunque se obtuvo una ligera disminución a 91.187 en 2023. Estos datos resaltan la importancia de implementar tecnologías que faciliten la detección precoz de condiciones que podrían ser fatales, como las enfermedades cardiovasculares, subrayando la relevancia de dispositivos como VITASIGNS en la prevención y tratamiento de estas enfermedades.

Tabla 2. *Muertes registradas.*

Año	*Muertes por Enfermedades Cardíacas*
2021	90.000
2022	95.000
2023	91,187

La Tabla 3 ilustra las etapas del prototipo evolutivo del dispositivo. En la etapa de modelado de la aplicación, se definieron los requisitos funcionales esenciales, lo que permitió establecer una base sólida para el desarrollo. Durante el diseño del prototipo, se integraron sensores avanzados y tarjetas de desarrollo, asegurando que el dispositivo fuera capaz de realizar mediciones precisas y confiables. Finalmente, en la etapa de desarrollo de la interfaz, se creó una plataforma intuitiva que permite a los usuarios interactuar fácilmente con el dispositivo, garantizando una experiencia de usuario óptima y accesible.

Tabla 3. *Etapas del desarrollo.*

Etapa	Descripción
Modelado de la aplicación	Definición de requisitos funcionales
Diseño del prototipo	Integración de sensores y tarjetas.
Desarrollo de la interfaz	Creación de una interfaz intuitiva

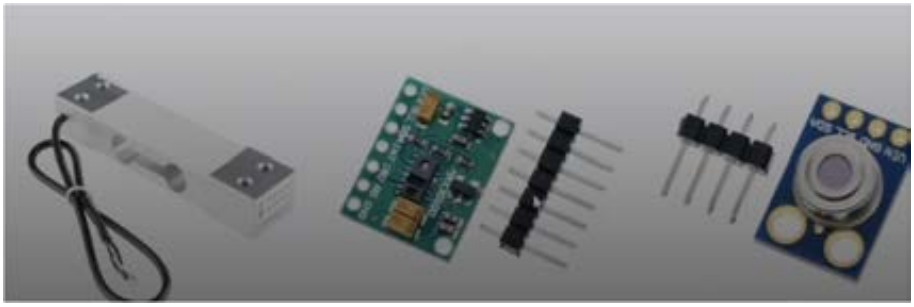
Los resultados preliminares del dispositivo VITASIGNS no solo demuestran su eficacia en la medición de signos vitales, sino que también indican su potencial para mejorar la atención médica general, reducir costos y optimizar la experiencia del paciente. Esto sugiere que la implementación de tecnologías innovadoras en el ámbito de la salud es un paso fundamental hacia un sistema de atención más eficiente y seguro.

La Figura 1 muestra parte del equipo de desarrollo que presentó en INNOVATEC, en la imagen se aparecen de izquierda a derecha: Gómez Vázquez Vanessa Ivonne, Arteaga Bahena Osiris Danae, Ortiz Villanueva Osca r Uziel, Javier Pérez Escamilla (Asesor) y Monroy Chávez Eveling.

Figura 1. *Presentación del prototipo en INNOVATEC.*

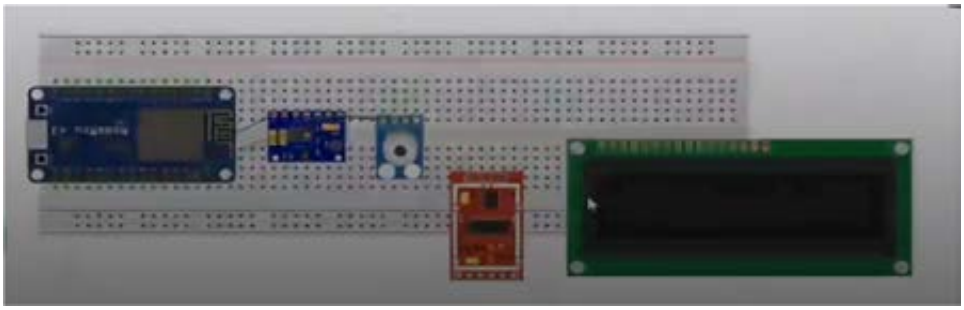
En la Figura 2, se muestran algunos de los sensores usados, como lo son: Bascula de 200Kg, Sensor de temperatura y sensor de oxigenación.

Figura 2. *Sensores.*



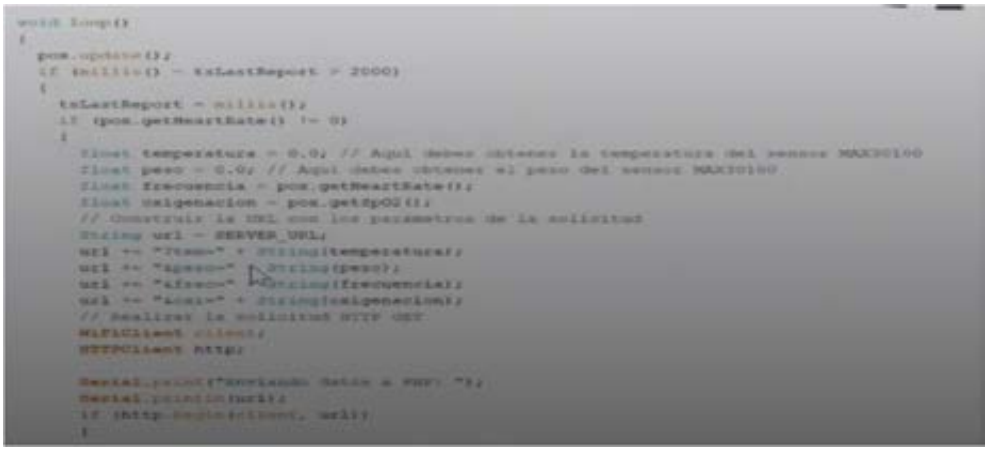
La Figura 3, ilustra algunos componentes, como lo son el ESP32, sensor de temperatura, sensor de oxigenación, convertidor analógico/digital y un display serial.

Figura 3. *Componentes.*



La Figura 4. Ilustra parte de la codificación que se usó para los integrados, usando el IDE de ARDUINO.

Figura 4. *Codificación en ESP32 usando ARDUINO IDE.*



En la Figura 5, se ilustran algunos de los componentes que fueron diseñados para usar en el prototipo. De izquierda a derecha: Dispositivo para detección de temperatura y presión arterial. así como el soporte para una pantalla táctil.

Figura 5. *Componentes diseñados con SOLIDWORKS.*

CONCLUSIONES

En esta primera etapa del desarrollo del prototipo, los resultados preliminares obtenidos son alentadores y subrayan su potencial para transformar la atención médica. Se estima una notable reducción en el tiempo de atención de 3 a 5 minutos por paciente, lo que representa un avance significativo en la eficiencia operativa del personal de salud. Esta disminución en el tiempo no solo optimiza el flujo de atención, sino que también permite a los médicos y enfermeras dedicar más tiempo a la evaluación y tratamiento de pacientes, mejorando así la calidad de la atención.

El desarrollo del dispositivo VITASIGNS para la medición de signos vitales sin contacto, representa un avance significativo en la atención médica contemporánea. Este innovador dispositivo no solo incrementa la eficiencia en la atención al paciente, sino que también aborda preocupaciones relacionadas con los riesgos de contagio, especialmente en un contexto donde la salud pública se enfrenta a desafíos como pandemias y enfermedades transmisibles.

La medición sin contacto de signos vitales no solo disminuye la exposición de los pacientes a posibles infecciones, sino que también protege al personal médico, lo que es esencial para mantener la operatividad y la salud del equipo de atención. Al cumplir con normativas como la NOM-004-SSA-2012, el dispositivo garantiza que, según los estándares requeridos para la atención médica segura, refuerza su credibilidad y aceptación en el ámbito clínico.

Un aspecto adicional que merece ser destacado es el impacto que este proyecto ha tenido en la formación de los estudiantes involucrados. La participación en el desarrollo de VITASIGNS ha permitido a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos en un contexto práctico, fortaleciendo sus habilidades en áreas como la ingeniería de sistemas, el diseño de prototipos, la programación de sensores y la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial.

Además, la presentación del prototipo en eventos como INNOVATEC 2024 ha brindado a los estudiantes una valiosa oportunidad para interactuar con expertos en el campo, recibir retroalimentación y desarrollar competencias en comunicación y presentación de proyectos innovadores. Este tipo de experiencias no solo enriquece su formación académica, sino que

también los prepara para enfrentar los desafíos tecnológicos y sociales del futuro, fomentando habilidades blandas como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la capacidad de innovación.

En resultados de la presentación en INNOVATEC 2024, Se destacó que el material debería considerarse en acero inoxidable, según las observaciones de médicos y empresarios, que debe cumplir las normas mexicanas en energía y manufactura, que el diseño requiere validación por un protocolo médico, que requiere mejorar la precisión de la medición de la presión arterial, que el diseño debería considerar el cambio de los sensores a la muñeca, que se considerará hacer los cambios en cuanto a mejorar la visibilidad y que estos proyectos requieren financiamiento.

Sin embargo, a pesar de los resultados prometedores obtenidos hasta el momento, se continuará con el prototipado evolutivo y se buscará la participación del IMSS-Bienestar para complementar con estudios adicionales y validar la efectividad del dispositivo en diferentes contextos clínicos. La diversidad de situaciones en las que es posible utilizar este tipo de tecnología, desde hospitales hasta clínicas rurales, requiere una evaluación exhaustiva para asegurar su aplicabilidad y eficacia en diversos entornos. Además, es crucial explorar la escalabilidad del dispositivo, considerando su potencial para ser implementado en una amplia gama de servicios de salud, tanto públicos como privados.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade, G. (2015). *Diseño e implementación de un módulo didáctico para la medición del ritmo cardíaco mediante la técnica de pulsometría*. Escuela Politécnica del Ejército. https://repositoriobe.espe.edu.ec

Gamboa, J. Z. (2018). Evolución de las metodologías y modelos utilizados en el desarrollo de software. *Revista de investigación INNOVA, 3*(10), 20-33. https://www.redalyc.org/pdf/7378/737880712002.pdf

Hernández Escalante, A. (2019). *Aplicación e impacto de las nuevas tecnologías para la toma de signos vitales en forma electrónica a distancia* (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma Metropolitana.

Hernández Escalante, A., Rodríguez Martínez, J., & Hernández García, R. M. (2023). Aplicación e impacto de las nuevas tecnologías para la toma de signos vitales en forma electrónica a distancia. En *Libro de ponencias* (Ponencia P-080). Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. (2024). En 15 minutos, los derechohabientes del ISSSTE reciben valoración inicial en urgencias. https://www.gob.mx/issste/prensa/en-15-minutos-derechohabientes-del-issste-reciben-valoracion-inicial-en-urgencias?; https://www.gob.mx/issste

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Estadísticas de defunciones registradas (EDR) de enero a junio de 2023 (preliminar). https://www.inegi.org.mx; https://www.inegi.org.mx/programas/edr/?

Molloy, D. (2016). *Explorando Raspberry Pi: Interactuando con el mundo real con Linux integrado*. John Wiley & Sons. https://www.wiley.com/en-us/Exploring+Raspberry+Pi%3A+Interfacing+to+the+Real+World+with+Embedded+Linux-p-9781119188681

Santoyo-Luévano, I., Avilés-Cruz, C., & Zuniga-López, A. (2020). Sistema portátil no invasivo para el monitoreo y desplegado de los signos vitales de pacientes en salas de urgencias en un dispositivo móvil. *Investigación en Ciencias de la Computación, 149*(8), 157-172. https://rcs.cic.ipn.mx/2020_149_8/Sistema%20portatil%20no%20invasivo%20para%20el%20monitoreo%20y%20desplegado%20de%20los%20signos%20vitales%20de%20pacientes.pdf?

Secretaría de Salud. (2012). NORMA-004-SSA-2012, del expediente clínico y la atención médica de urgencias. https://www.dof.gob.mx. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5272787&

IDENTIDAD PROFESIONAL: UNA FORTALEZA PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL DE LAS MUJERES EN LA INGENIERÍA

PROFESSIONAL IDENTITY: A STRENGTH FOR THE PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF WOMEN IN ENGINEERING

C. I. Carranza Núñez[1]
P. Escalante Serrano[2]
M. L. Jaral Suárez[3]
A. H. Trujillo Muñoz[4]

RESUMEN

La investigación pretende conocer la percepción que tienen las mujeres ingenieras sobre su identidad profesional, con la intención de observar la relación que esta tiene con su inclusión en el mercado laboral; promoviendo el acceso a mejores condiciones laborales que representen ocupar puestos de mayor relevancia, liderar equipos de trabajo o proyectos y mejores salarios, contribuyendo al incremento de ventajas competitivas y de desarrollo profesional. Se realizó una investigación documental de nivel descriptiva, aplicada a una muestra de 317 egresadas de Ingeniería Civil, del Instituto Politécnico Nacional; de un total de 1052 que concluyeron la carrera entre 2020 y 2024; con 23 preguntas en escala de Likert.

En los resultados pudimos observar que las egresadas tienen una percepción clara de la identidad profesional, de las características que la conforman y que contribuyen a su desarrollo profesional, siendo una fortaleza que debe promoverse desde los estudios universitarios, ya que directamente retribuye a un mejor desempeño profesional y condiciones laborales.

ABSTRACT

The research aims to understand women engineers' perceptions of their professional identity, with the aim of observing its relationship with their inclusion in the labor market. Promoting access to better working conditions that translate into more relevant positions, leading work teams or projects, and better salaries, contributing to increased competitive advantages and professional development. Descriptive documentary research was conducted on a sample of 317 female Civil Engineering graduates from the National Polytechnic Institute—out of a total of 1,052 who completed their degree between 2020 and 2024—with 23 Likert-scale questions.

The results showed that the graduates have a clear perception of their professional identity, the characteristics that comprise it, and those that contribute to their professional development. This is a strength that should be fostered throughout university studies, as it directly contributes to improved professional performance and working conditions.

ANTECEDENTES

[1] Catedrático Titular 3/4 de Tiempo del Área de Licenciatura, jefe de la Academia de Ciencias Sociales y Administrativas y del Colegio de Administración, de la Carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional. ccarranzan@ipn.mx

[2] Catedrático del Área de Licenciatura, jefe del Colegio de Metodología de la Investigación, de la Carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional. pescalante@ipn.mx

[3] Catedrático de Medio Tiempo del Área de Licenciatura, jefe del Colegio de Desarrollo Humano Integral, de la Carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional. mjaral@ipn.mx

[4] Catedrático Titular de Tiempo Completo del Área de Licenciatura y Maestría en Ingeniería Civil del Área de Planeación Territorial de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional. atrujillom@ipn.mx

Las nuevas dinámicas sociales y laborales exigen que los egresados asuman nuevos retos que les permita desarrollar fortalezas para interactuar de manera autónoma y tomar decisiones bajo los requerimientos que la ingeniería exige.

En este tenor, los actores involucrados se ven obligados a gestionar una serie de acciones que contribuyan a mejorar su desarrollo personal a través de cambios en el comportamiento, pensamientos, actitudes e identificar virtudes y habilidades que son parte de su identidad profesional.

Para (Sánchez & Ramírez, 2015) "la identidad profesional se desarrolla a partir de la vocación del individuo. Los intereses personales, de la familia y del ambiente donde los sujetos están inmersos contribuyen a la formación de una profesión".

En la profesión de ingeniero, la identidad se construye bajo un esquema de roles de género basado en patrones culturales establecidos donde hombres y mujeres ejercen la ingeniería de manera desproporcionada; según datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (INEGI, 2020) en México de las 381,245 personas formadas como ingenieros civiles, el 89.3% son varones y sólo el 10.7 % mujeres; observando que aún prevalece la visión de algunos sectores en diferenciar la práctica entre hombres y mujeres.

De acuerdo con (Sánchez & Ramírez, 2015) "la profesión no es una elección libre; implica toda una gama de influencias socioculturales, relaciones humanas y modelos, que ha copiado en etapas anteriores, el joven. Cuando se elige una profesión, simultáneamente se decide por una ética profesional, un comportamiento social, una visión del mundo, una forma de tratar de contribuir y funcionar en la sociedad".

Con base en ello, surge la oportunidad de reflexionar sobre la importancia de destacar la identidad profesional diferenciada como una ventaja que va más allá de una simple necesidad, convirtiéndose en una fortaleza competitiva para el género femenino dentro de la ingeniería; entendiendose esta, como la capacidad de una persona para destacar o diferenciarse del resto, lo que conlleva, a mejorar el desempeño laboral.

Para (Romero, Sánchez, Rincón, & Romero, 2020) "el pensar estratégicamente requiere del uso de la intuición y el análisis con el fin de poder prepararse para el futuro…" concebirlo como estado de conciencia, una actitud a través de una cultura orientada a ser proactivos, es decir, adelantarse al futuro para alcanzar una comprensión…"

Sin embargo, algunas de estas ideas quedan solo en intenciones; la construcción de una identidad profesional requiere evaluarse así mismo, "donde lo social y lo personal confluyen para dar origen a una construcción compuesta por modelos profesionales, procesos relacionales y procesos biográficos continuos" (Blanco, 2022) a lo largo de la vida, permitiendo poder acceder a nuevos espacios y mejores condiciones laborales a lo largo de la vida.

Por lo que, se busca conocer la percepción que tienen las mujeres ingenieras sobre su identidad profesional, con la intención de observar la relación que esta tiene con su inclusión en el mercado laboral; sin embargo, lograr esta transformación, implica diseñar propuestas

de mejora que permitan fortalecer la identidad profesional y con ello una inserción más activa de las mujeres dentro de la actividad del ingeniero.

¿La identidad profesional fortalece el desarrollo profesional de las mujeres en la ingeniería?

Según (Giménez, 1997) "la identidad profesional es parte individual y parte social, lo que denota características duales, pues su valoración positiva se verá reflejada en su autoestima, creatividad, nivel de satisfacción, compromiso, sentido de pertenencia, solidaridad grupal y defensa de su identidad".

Esto implica que si no existe una internalización de la identidad profesional se producirán percepciones de inferioridad, frustración, desmoralización, complejo de inferioridad, insatisfacción y crisis; generando pérdida de identidad.

Por el contrario, "el propósito de la enseñanza de la ingeniería es el desarrollo integral del estudiante como ser humano y como solucionador de problemas en su contexto social, con un alto sentido de compromiso y responsabilidad" (Capote, Rizo, & Bravo, 2016).

De ahí nace el interés por la identidad profesional del ingeniero, ya que esta se "configura como el espacio común compartido entre el individuo, su entorno profesional y social, y la institución donde trabaja" (Bolívar, Manuel, & Molina, 2005).

Debemos tener presente que no solo se busca que el desarrollo profesional se alcance, sino que permanezca de manera personal, social y para la ingeniería. Por lo tanto, no hay forma de lograrlo sin una identidad profesional internalizada.

(Bolívar, Fernández, & Molina, 2005) refiere que las dimensiones en las que hay que se debe prestar atención son: "autoimagen, reconocimiento social, grado de satisfacción, relaciones sociales en el centro/dpto., actitud ante el cambio, competencias profesionales, expectativas de futuro en la profesión, trayectoria de vida, historia profesional, formación recibida y crisis de identidad".

Por lo tanto, la identidad profesional en las ingenieras se fortalece, según Julia Evetts en el 2003, citada en (Hirsch, 2013) "se asocia con el hecho de tener experiencias, formas de entender y conocimientos técnicos comunes, así como maneras coincidentes de percibir los problemas y sus posibles soluciones. La identidad común es producida y reproducida mediante la socialización ocupacional y profesional a través de trayectorias educativas compartidas y coincidentes, de la formación profesional y las experiencias vocacionales, y de la pertenencia a asociaciones profesionales (locales, regionales, nacionales e internacionales) y sociedades en las que aquellos que ejercen una misma profesión desarrollan y mantienen una misma cultura de trabajo".

Por ello, (Blanco, 2022) la identidad profesional tiene un carácter de proceso, podriamos decir que no es lineal, tiene siempre la oportunidad de mejora, porque no comienza esencialmente en el alma mater, sino se trata de un proceso en construcción permanente, que empieza desde etapas tempranas del ciclo vital de la familia y los amigos tienen un lugar

relevante, y se avanza hasta la incursión de la vida laboral, donde sus particularidades perfilan la manera en la que su identidad profersional se moldea.

(Navarrete, 2008) aclara que "la identidad se reconstruye constantemente por la adquisición de nuevas posiciones y por las resignificaciones que hace cada sujeto de ellas; por lo que el concepto se construye y se de-construye con el afan de elevar el nivel de desarrollo profesional".

METODOLOGÍA

El trabajo presentado es el resultado de una investigación documental de nivel descriptiva, realizada a una muestra de 317 egresadas de Ingeniería Civil, del Instituto Politécnico Nacional; de un total de 1052 que concluyeron la carrera entre 2020 y 2024.

Para racabar la información, se empleó un software gratuito de administración de encuestas, formulando un cuestionario de 23 preguntas con apoyo de la escala likert (donde 1 fue totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo), para medir la la percepción que tienen las mujeres ingenieras sobre su identidad profesional y cómo ha contribuído en su desarrollo profesional (ámbito laboral, tipo de empleo, remuneración económica, oportunidades de empleo y crecimiento profesional, entre otras).

La herrameinta permite conocer de manera inmediata dicha percepción, asi como el comportamiento de la tendencia de los resultados.

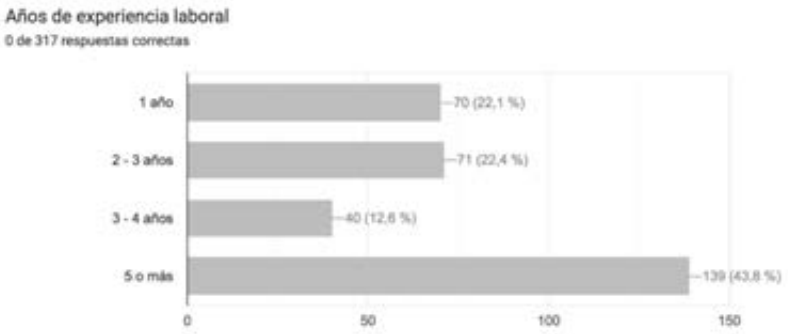
RESULTADOS

Hemos abordado la relevancia que tiene la identidad profesional en la formación de mujeres ingenieras, sin embargo, al buscar recursos con contenidos similares en la Revista Electrónica ANFEI Digital, no encontramos investigaciones sobre la temática discutida, lo que generó un mayor interés para realizarla.

La muestra final fue de 317 mujeres ingenieras egresadas. El resultado obtenido arroja lo siguiente:

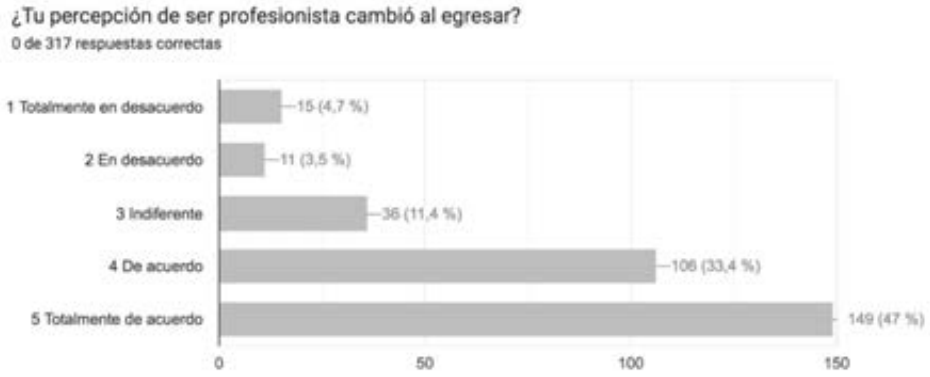
La figura 1 muestra que cerca del 45% de las encuestadas poseen una experiencia laboral de 5 años o más en distintos ámbitos, lo que permite tener una opinión más objetiva sobre la importancia de la identidad profesional en la formación de mujeres ingenieras.

Figura 1. *Experiencia Laboral.*



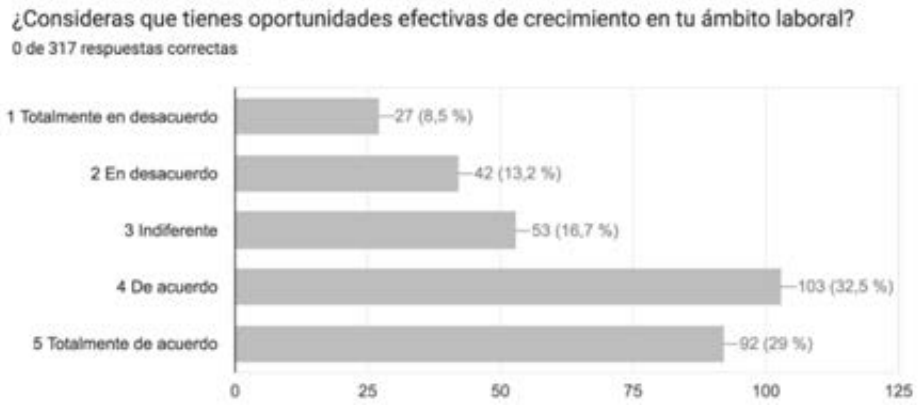
Al preguntar sobre si su percepción de ser ingeniera, que se muestra en la Figura 2, cambió al egresar, el 47% refieren que estar totalmente de acuerdo en que cambió al egresar, lo que permite inferir que al ser estudiantes se visualizaban de una forma y al egresar viven otra.

Figura 2. *Percepción.*



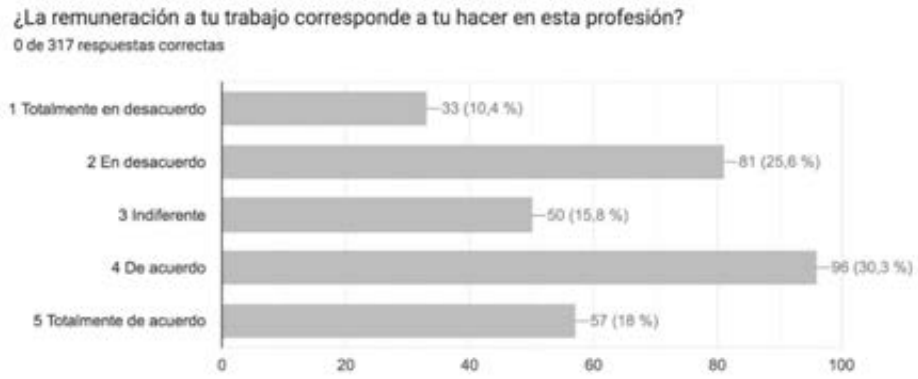
Poco más del 30% refieren tener oportunidades de crecimiento laboral, que se muestra en la Figura 3, en el espacio en que se desempeñan.

Figura 3. *Crecimiento laboral.*



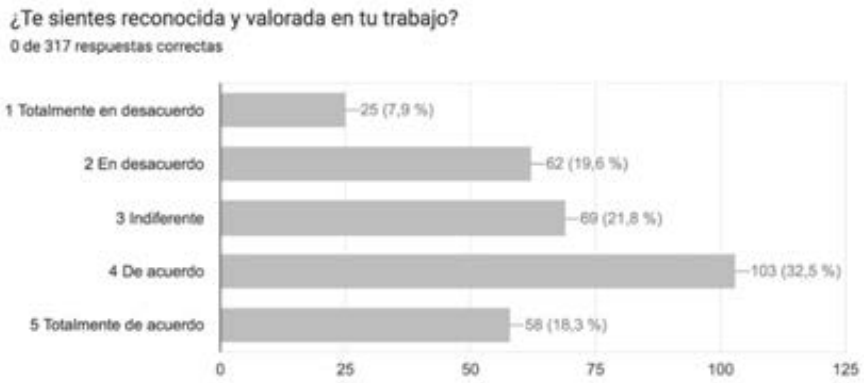
Al preguntar si la remuneración económica que perciben en su trabajo corresponde a su actividad como ingenieras, la opinión se encuentra dividida, casi el 26% refieren estar en desacuerdo, mientras que el 30% dicen estar de acuerdo. En la Figura 4 se pueden observar los datos de manera gráfica.

Figura 4. *Remuneración económica.*



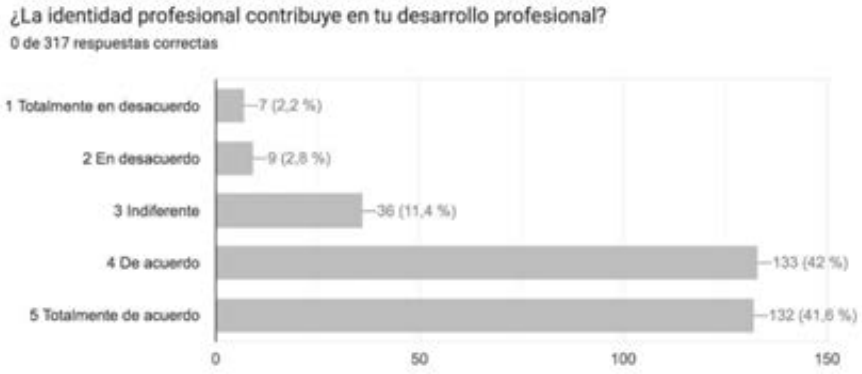
Al cuestionar sobre si se sienten valoradas y reconocidas, sorpresivamente poco arriba del 50% refieren sentirse así en su espacio laboral, lo cual resulta significativo, en la Figura 5 se muestran los datos de manera gráfica.

Figura 5. *Reconocimiento laboral.*



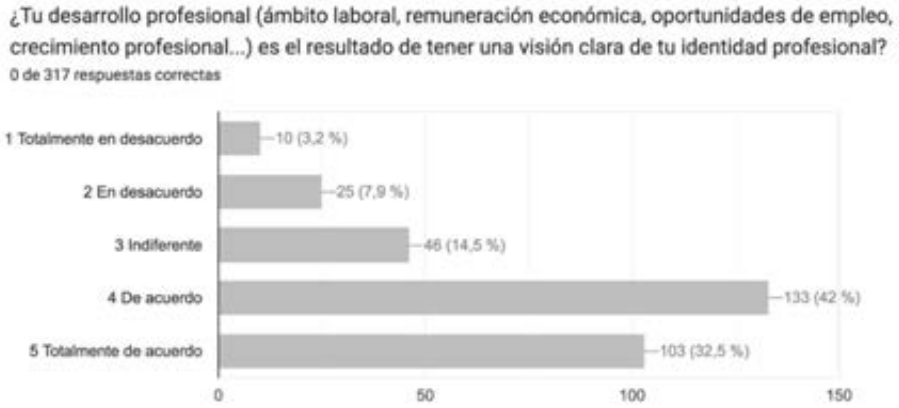
El 80% de las encuestadas refieren que el tener definida su identidad profesional les ha permitido alcanzar un mejor desarrollo profesional. Los datos de las respuesta se observan en la Figura 6.

Figura 6. *Identidad profesional.*



Al cuestionar sobre su desarrollo profesional más del 75% hacen mención que el tener una visión clara sobre su identidad profesional les ha permitido gozar de mejores oportunidades de empleo, mejor remuneración económica, tener mayor crecimiento profesional; sin embargo, cerca del 25% indican no ver relevancia alguna en su profesión. Los datos se observan en la Figura 7.

Figura 7. *Desarrollo profesional.*



CONCLUSIONES

El resultado de la investigación permite observar que las mujeres ingenieras perciben su identidad profesional como una fortaleza en su profesión, ya que, al tener una visión clara de ella, promueve ventajas competitivas y de desarrollo profesional, alcanzando mejores condiciones laborales.

Por ello, proponemos que las universidades participen de manera activa en la promoción de estrategias y espacios reflexivos sobre una elección de carrera informada y consciente; así como cursos o talleres de liderazgo, personalidad, imagen, equidad de género, entre otros; que fomenten la construcción de una identidad profesional basada en valores de respeto, reciprocidad, equidad, seguridad y reconocimiento.

De la misma manera, motivar la permanecia de las mujeres en las áreas de ingeniería; reconociendo las habilidades, experiencias y el rol de la mujer dentro de la ingeniería; así como, generando espacios para la capacitación continua que permita su incursión en la innovación y desarrollo tecnológico; aprovechando las características del género para trabajar de manera inclusiva y colaborativa en el desarrollo de habilidades blandas y, sobretodo, no perder el sentido práctico acercado a la realidad profesional, celebrando los logros de las mujeres en la ingeniería.

Todo ello contribuirá al empoderamiento de las estudiantes y egresadas en el fortalecimiento de su identidad profesional, mejorando su inscerción en el ámbito laboral.

BIBLIOGRAFÍA

Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad: Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad, 8*(1), 21–28. https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100004

Blanco Echeverry, M. del P. (2022). ¿Cómo entender la identidad profesional hoy? *El Ágora USB, 22*(1), 426–443. https://doi.org/10.21500/16578031.4694

Bolívar, A., Fernández, M., & Molina, E. (2005). Investigar la identidad profesional del profesorado: Una triangulación secuencial. *Forum Qualitative Social Research, 6*(1), Art. 12. https://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/516

Bolívar, A., Manuel, F., & Molina, E. (2005). Investigar la identidad profesional del profesorado: una triangulación secuencial. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*.

Giménez, G. (1997). Materiales para una teoría de las identidades sociales. *Frontera Norte, 9*(18), 9–28. https://fronteranorte.colef.mx/index.php/fronteranorte/article/view/1441?

Hirsch Adler, A. (2013). Elementos teóricos y empíricos acerca de la identidad profesional en el ámbito universitario. *Perfiles Educativos, 35*(140). https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2013.140.38843

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020, 29 de junio). *Estadísticas a propósito de las personas formadas como ingenieros civiles y de la construcción en México (ENOE 2019)*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2020/EAPINGCIVIL20.pdf

Navarrete Cazales, Z. (2008). Construcción de una identidad profesional: Los pedagogos de la Universidad Nacional Autónoma de México y de la Universidad Veracruzana. *Revista Mexicana de Investigación Educativa, 13*(36), 143–171. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662008000100007

Romero, D., Sánchez, S., Rincón, Y., & Romero, M. (2020). Estrategia y ventaja competitiva: Binomio fundamental para el éxito de pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales, 26*(4), 465–475. https://doi.org/10.31876/rcs.v26i4.34674

Sánchez, C., & Ramírez, A. (2015). *Segundo Congreso Internacioal de Transformacion Educativa*. Obtenido de Consejo de Transformación Educativa: https://transformacion-educativa.com/2do-congreso/index.html?

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO ARTESANAL DE CINTURONES A TRAVÉS DE HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA

OPTIMIZATION OF THE HANDMADE BELT PROCESS THROUGH CONTINUOUS IMPROVEMENT TOOLS

S. González Ventura[1]
J. G. Ponce Victoriano[2]
L. G. González Vázquez[3]
M. Mojarro Magaña[4]

RESUMEN

Esta investigación muestra los resultados de un estudio de optimización del proceso de fabricación artesanal donde se aplican los principios de la manufactura esbelta y el balanceo de líneas. Se llevó a cabo un taller de talabartería de la comunidad de Atoyac, Jalisco, que cuenta con 30 trabajaderos distribuidos en 4 estaciones de proceso: trazado, pegado, costura y terminado necesarias para la elaboración de un cinturón. El estudio identificó una sobrecarga de producción en algunas estaciones de trabajo, lo que provocaba cuellos de botella y tiempos muertos. Se propone la redistribución de actividades y operadores para equilibrar la carga de trabajo y evitar cuellos de botella. Como resultado, el flujo entre las estaciones de trabajo es más eficiente y esto es percibido por los operadores.

ABSTRACT

This research presents the results of a study on the optimization of the artisanal manufacturing process, where the principles of lean manufacturing and line balancing are applied. A workshop was conducted in the community of Atoyac, Jalisco, which has 30 workstations distributed across 4 process stations: marking, gluing, sewing, and finishing, necessary for making a belt. The study identified production overload at some workstations, causing bottlenecks and downtime. The redistribution of activities and operators is proposed to balance the workload and avoid bottlenecks. As a result, the flow between workstations is more efficient, and this is perceived by the operators.

ANTECEDENTES

La fabricación artesanal es una tradición arraigada en generaciones, y se ha mantenido a lo largo de los años debido a la calidad y atención al detalle que puede ofrecer en sus productos. Sin embargo, la evolución constante del entorno empresarial y la creciente presión para aumentar la eficiencia y reducir costos han llevado a empresas artesanales a enfrentar desafíos únicos en la búsqueda de la competitividad, como menciona Arnoletto (2000).

Por esto, Benítez (2022) menciona que cada vez más las empresas han comenzado a adoptar e implementar estrategias que contribuyan a mejorar la productividad y, al mismo tiempo, garantizar la calidad en los productos y servicios que ofrecen. Una de estas estrategias es la manufactura esbelta, conocida como “lean manufacturing” por su nombre en inglés. Según Arrieta (2011), esta metodología fue desarrollada por la compañía Toyota a partir del decenio de 1950; se basa en un conjunto de técnicas diseñadas para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía, independientemente de su tamaño.

[1] Estudiante. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. l20290711@cdguzman.tecnm.mx
[2] Estudiante. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. l20290783@cdguzman.tecnm.mx
[3] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. luis.gv@cdguzman.tecnm.mx
[4] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. maria.mm@cdguzman.tecnm.mx

Maware et al. (2021) define la manufactura esbelta como un modelo de gestión, cuyo objetivo es minimizar las pérdidas dentro de los procesos de producción y, al mismo tiempo, agregar valor a los productos y servicios, lo que conduce a una mejora en la productividad y, finalmente, en la satisfacción del cliente.

Dentro de un proceso productivo, la manufactura esbelta busca mejorar la calidad, flexibilidad, costo y velocidad de fabricación de bienes mediante la identificación y eliminación de desperdicios como menciona Vargas et al. (2018).

El desperdicio se define como toda actividad que no agrega valor a los ojos del cliente; este enfoque ha llevado a mejoras significativas en la productividad y la calidad de numerosas organizaciones según Sarria Yépez et al. (2017).

Algunos autores como: Feld, W. M. (2000), Correa, F. G. (2007), Ghaleb, et. al. (2014), Naeemah, A. J., & Wong, K. Y. (2023), presentan metodologías para seleccionar las herramientas que integran la manufactura esbelta, con el objetivo de garantizar un proceso continuo y estructurado, según Cuggia et al. (2020)

El balanceo de líneas, herramienta de la manufactura esbelta busca distribuir equitativamente las actividades entre las estaciones de trabajo para evitar cuellos de botella y minimizar los tiempos de espera, como menciona Regattieri, Gamberi, & Manzini (2007).

Para Socconini L. (2019), la productividad de las actividades empresariales y las personas disminuye cuando se le impone una carga de trabajo que rebasa su capacidad. Si a los operadores se les exige que produzcan por arriba de sus límites normales o cuando las máquinas producen por encima de su capacidad, se provoca un agotamiento o sobrecarga que disminuye la productividad.

Por lo que la manufactura esbelta se centra en la distribución equitativa de las operaciones en un proceso de fabricación. En el contexto de la fabricación artesanal, esta técnica puede abordar problemas como los cuellos de botella, que son comunes debido a la variabilidad en el tiempo requerido en cada estación de trabajo para completar las diferentes tareas, como se presenta en López et al. (2011).

Si bien la manufactura esbelta se asocia principalmente con la producción en masa de las grandes empresas, diferentes investigaciones han demostrado su relevancia y adaptabilidad en contextos de fabricación artesanal en las PyMEs. Estudios como los presentados en Florent et. al (2009), Almanza Lurita I. (2020), Baldeón Rivadeneira M. E. (2022). Sarria Yépez, et al. (2017), Soto Ramos P. A. (2019), Pérez Arroyo B. I. (2015) por citar algunos, donde se muestra la aplicación de la manufactura esbelta y la mejora en los diferentes procesos de producción.

Este proyecto fue desarrollado en un taller de talabartería de la comunidad de Atoyac, municipio ubicado en el sur del estado de Jalisco. En el tema de industria, Atoyac es reconocido como la “Capital Mundial del Cinturón” así que la talabartería es una de las actividades económicas predominantes y que son fuente de empleo para muchas personas, como se menciona en PMDG (2021-2024). Este municipio cuenta con más de cincuenta

talleres de talabartería, la mayoría de ellos de tipo familiar, donde se elaboran diferentes artículos de piel y folia, como lo son cinturones, fundas, carteras, bolsas, entre otros.

La fabricación de cinturones fue seleccionada como el enfoque de estudio por su inherente complejidad y la necesidad de precisión en la producción artesanal. La confección de cinturones implica una variedad de pasos, desde la selección de materiales, corte, ensamblaje y acabado. Proceso en donde se identificaron los problemas críticos: cuellos de botella, distribución deficiente y tiempos muertos en la empresa.

Este artículo de investigación aborda la optimización del proceso de fabricación artesanal de cinturones, utilizando los principios de la manufactura esbelta y el balanceo de líneas, con el fin de superar los problemas críticos identificados: cuellos de botella, distribución deficiente y tiempos muertos en la empresa. Como se mencionó en la literatura, estas herramientas han sido implementadas con relevancia y han arrojado grandes resultados en diferentes empresas. Por eso, la intención es replicarlas en la producción de cinturones artesanales.

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en una empresa de fabricación artesanal de cinturones que cuenta con 30 trabajadores; su proceso de producción actual enfrenta desafíos críticos relacionados con cuellos de botella, distribución deficiente de las estaciones de trabajo y tiempos muertos entre sus estaciones.

Para abordar los problemas identificados y evaluar la viabilidad este estudio, donde se llevaron a cabo las siguientes etapas:

1. Análisis de procesos existentes. Se realizó una evaluación del proceso de fabricación artesanal de cinturones, identificando los pasos en la producción, áreas de trabajo y áreas críticas con cuellos de botella. Además, se registraron las operaciones del proceso, con el tiempo promedio de cada una de ellas en un diagrama de operaciones.
2. Encuestas y observaciones. Se llevaron a cabo encuestas con los operadores utilizando un cuestionario en la plataforma de Google Forms® para recabar la percepción de las actividades que realizan en el proceso de producción del cinturón. Este cuestionario consta de 11 preguntas concentradas en 4 secciones: recursos del proceso, operaciones del proceso, tiempos de las operaciones y distribución del área de trabajo. Además, se realizó la técnica de la observación directa en el taller para identificar las actividades que generan demoras en el proceso de producción. Esta actividad se desarrolló entre el 11 y el 29 octubre de 2023.
3. Se tomó una muestra de 20 tiempos de cada una de las actividades con la técnica de cronómetro vuelta a cero, que consiste en que al terminar cada actividad el tiempo se registra y el cronómetro se reinicia para la siguiente muestra. Con estos datos se determinó el tiempo promedio y se aplicó el método de balanceo de línea para calcular el número teórico de operadores necesarios en cada estación de trabajo.
4. Con este análisis se realizó el rediseño de un nuevo flujo de trabajo que incluye la redistribución de tareas y la eliminación de actividades que no agregan valor, con el objetivo de optimizar tiempos. El nuevo flujo de trabajo se rediseñó con la infraestructura existente dentro de la empresa empleando técnicas de balanceo de línea para redistribuir los trabajadores en las estaciones.

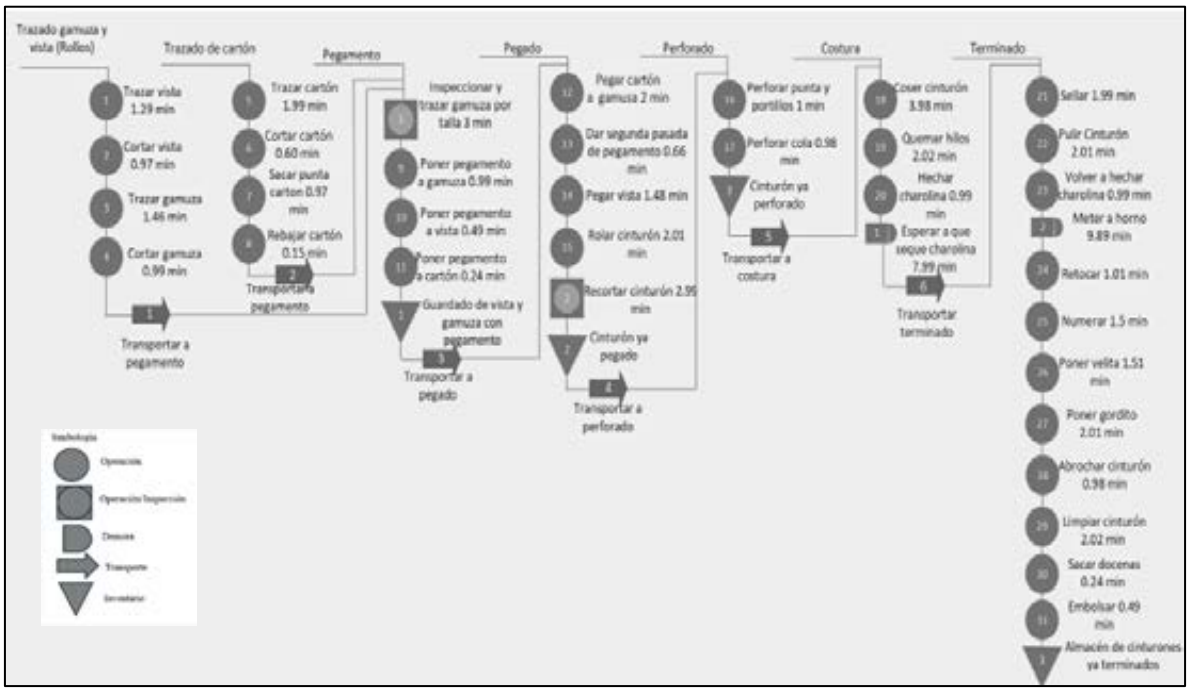
5. Se aplicó una segunda encuesta con los operadores utilizando un cuestionario en la plataforma de Google Forms® para recabar la percepción en los cambios de las actividades que realizan en el proceso de producción del cinturón. Este cuestionario consta de 9 preguntas concentradas en 3 secciones: tiempo de las operaciones, espacio de trabajo y ambiente laboral.

RESULTADOS

1. Análisis del proceso existente

El proceso de la elaboración del cinturón se divide en cuatro etapas: trazado, pegado, costura y terminado. Estas etapas se registraron en 31 actividades de operación, 2 actividades combinadas con operación/inspección, 2 actividades de demora debido al tiempo de secado, 6 actividades de transporte y 3 de inventarios. Estas actividades se representan visualmente en la Figura 1. Diagrama de operaciones para la elaboración de un cinturón artesanal.

Figura 1. *Diagrama de operaciones elaboración de un cinturón artesanal.*



2. Recopilación de datos por entrevista y observación.

Los resultados de la encuesta aplicada a los 30 operadores de la empresa revelaron algunos hallazgos:

- El 26.7% de los operadores señaló la existencia de actividades que no agregan valor, como se ilustra en la Figura 2. Operaciones que no agregan valor.
- El 43% de los operadores observa la presencia frecuente de tiempos muertos dentro de su área de trabajo, como se muestra en la Figura 3. Tiempos muertos.
- El 23.3 % también señala la existencia de cuellos de botella dentro del proceso, como se ilustra en la Figura 4. Cuellos de botella.
- Además, el 33.3% de los operadores considera que los procesos no están bien optimizados, como se indica en la Figura 5. Optimización del proceso.

Figura 2. *Operaciones que no agregan valor.*

Figura 3. *Tiempos muertos.*

Figura 4. *Cuellos de botella.*

Figura 5. *Optimización del proceso.*

3. Con el promedio de los tiempos de cada actividad se utilizó el método de Balanceo de Línea para calcular el número teórico de operadores en cada estación de trabajo. Se decidió combinar las dos operaciones, dado que sus tiempos no reflejaban el promedio de las demás operaciones.

4. Con los resultados del balanceo de líneas se decidió implementar un nuevo arreglo en la distribución de los operadores para buscar el flujo continuo de la línea de producción. Estos cambios se pueden visualizar en la Tabla 1. Rediseño del flujo de operaciones y número de operadores en cada estación.

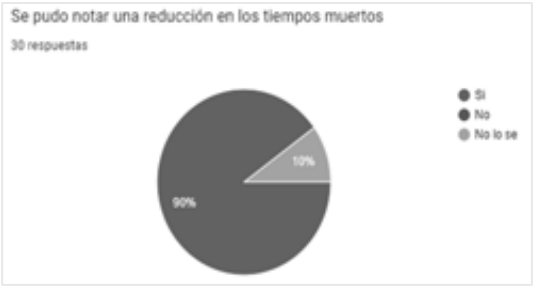
Tabla 1. *Rediseño del flujo de operaciones y número de operadores en cada estación.*

Antes		Después	
Estación	Número de operadores en la estación	Estación	Número de operadores en la estación
Trazado de vista	2	Trazado gamuza y vista	2
Trazado de gamuza	2	Trazado de cartón	2
Trazado de cartón	2	Pegamento	2
Pegamento	5	Rolado	4
Rolado	2	Perforado	2
Perforado	2	Costura	7
Costura	7	Terminado	11
Terminado	8	Total de operadores	30
Total de operadores	30		

5. Para validar los cambios, se llevó a cabo otra encuesta a los operadores, de la cual se obtuvieron los siguientes resultados relevantes:
   - El 86.7% de los operadores considera adecuada la asignación de los operadores en su área para mantener el flujo, como se muestra en la Figura 6. Asignación de operadores.
   - El 90% de los operadores ha observado una reducción en los tiempos muertos en su área de trabajo, como se ilustra en la Figura 7. Reducción de tiempos muertos.

Figura 6. *Asignación de operadores.*

Figura 7. *Reducción de tiempos muertos.*



CONCLUSIONES

En resumen, la aplicación de los principios de la manufactura esbelta y el balanceo de líneas en la fabricación de cinturones ha llevado a mejoras sustanciales en la eficiencia operativa de la empresa, logrando reducir cuellos de botella, mejorar la distribución de estaciones de trabajo y minimizar los tiempos muertos entre operaciones, todo ello manteniendo la calidad de los productos finales. Estos resultados muestran que al realizar una redistribución en la cantidad de operadores se aumenta la eficiencia de sus operaciones.

A través de la implementación de estas metodologías, los estudiantes desarrollan habilidades que les permiten identificar y resolver problemas, como cuellos de botella y tiempos muertos al aplicar principios teóricos en un contexto práctico. Además, al trabajar en un taller artesanal, los estudiantes desarrollan un vínculo con la comunidad local y el sector productivo, para que observe que las soluciones industriales pueden ser aplicadas en cualquier tipo de organización.

BIBLIOGRAFÍA

Almanza Lurita, I. (2020). Desarrollo y aplicación de herramientas de Lean Manufacturing y de innovación para la mejora en el proceso de fabricación artesanal de hilo de fibra de alpaca en las comunidades alpaqueras del Perú.

Arnoletto, E. J. (2000). Administración de la producción como ventaja competitiva. Juan Carlos Martínez Coll.

Arrieta, J. G., Domínguez, J., Echeverri, A., & Gutiérrez, S. (2011). Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. Revista Virtual Pro, 132(9), 1-11.

Baldeón Rivadeneira, M. E. (2022). Diseño de un modelo de gestión de procesos con la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para el mejoramiento en la producción en una microempresa del sector de las artes gráficas (Master's thesis).

Benítez, F. R. F., & Silva, G. B. N. (2022). Aplicación del Lean Manufacturing a una pequeña empresa de fundición metálica. E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar, 4(11), 18-30.

Correa, F. G. (2007). Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas. Revista Raites, 1(2), 85-112.

Cuggia, C., Orozco, E., & Mendoza, D. (2020). Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos. Información tecnológica, 31(5), 163–172. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163

Feld, W. M. (2000). Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them. CRC press.

Florent, H. Zhen y A. A. Romaric (2009). "The Continuous Improvement Model of Lean Production Based on Multi-type and Small-Batch Production," 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, Xi'an, China, 2009, pp. 469-472, doi: 10.1109/ICIII.2009.119.

Ghaleb, A. A., El-Sharief, M. A., & El-Sebaie, M. G. (2014). Study of tools, techniques and factors used in lean six sigma. Int. J. Sci. Eng. Res, 5(12), 1652-1658.

López Acosta, M., Martínez Solano, G. M., Quirós Morales, A. F., & Sosa Ochoa, J. A. (2011). Balanceo de líneas utilizando herramientas de Manufactura Esbelta. Revista de Ingeniería Industrial, 1(1), 1-10.

Maware, C., Okwu, M., & Adetunji, O. (2021). A systematic literature review of lean manufacturing implementation in manufacturing-based sectors of the developing and developed countries. International Journal of Lean Six Sigma. doi:10.1108/IJLSS-12-2020-022

Naeemah, A. J., & Wong, K. Y. (2023). Selection methods of lean management tools: a review. International Journal of Productivity and Performance Management, 72(4), 1077-1110.

Pérez Arroyo, B. I. (2015). Propuesta de mejora de la producción de calzado mediante Lean Manufacturing para incrementar la rentabilidad en la empresa Creaciones Ruthmir SRL.

PMDG Plan Municipal de Desarrollo y Gobernanza Atoyac 2021 – 2024. Consultado en: https://plan.jalisco.gob.mx/wp-content/uploads/2022/09/mapa/pdf2021/14.pdf

Regattieri, A., Gamberi, M., & Manzini, R. (2007). Logistics and industrial issues in furniture production. International Journal of Production Research, 45(9), 1979-1998.

Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A., y Bocanegra-Herrera, C. C. (2017). Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. Revista Escuela de Administración de Negocios, (83), 51–71. https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825.

Socconini, L. (2019). Lean manufacturing. Paso a paso. Marge books.

Soto Ramos, P. A. (2019). Aplicación del Lean Manufacturing en PyMES de Confección Textil.

Vargas, J., Jiménez, M., & Muratalla, G. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta Lean Manufacturing. Ciencias Administrativas: Revista digital FCE -UNLP, 1(11), 81–95. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6261907

FORMACIÓN INTEGRAL DEL ESTUDIANTE MEDIANTE EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS DONADOS AL SECTOR SOCIAL

COMPREHENSIVE TRAINING OF THE STUDENT THROUGH THE DESIGN AND MANUFACTURE OF EQUIPMENT DONATED TO THE SOCIAL SECTOR

C. A. Ortiz Hermosillo[1]
E. Hernández Reyes[2]
M. E. Mejía Maldonado[3]

RESUMEN

En este artículo se presenta un estudio realizado en el departamento de Metal-Mecánica, que pertenece al Instituto Tecnológico de Matamoros (ITM) del Tecnológico Nacional de México (TecNM), sobre la formación integral del estudiante, mediante el diseño y fabricación de equipos en proyectos internos de investigación, llevado a cabo en el periodo de la residencia profesional. Los equipos fueron evaluados una vez terminada su manufactura para, posteriormente, ser donados a diferentes instituciones del sector social, con la finalidad de cubrir algunas necesidades sociales en cuanto a equipamiento especializado. Cabe mencionar que es un estudio de caso, donde intervinieron, estudiantes, docentes, administrativos y personal del sector social en el periodo comprendido entre el 2022 y el 2024.

ABSTRACT

This article presents a study carried out in the Department of Metal-Mechanics, which belongs to the Technological Institute of Matamoros (ITM) of the National Technological Institute of Mexico (TecNM), on the integral training of the student, through the design and manufacture of equipment in internal research projects, carried out during the period of professional residency. The equipment was evaluated once its manufacture was completed, to later be donated to different institutions of the social sector, in order to cover some social needs in terms of specialized equipment. It is worth mentioning that it was carried out as a case study, where students, teachers, administrators and personnel of the social sector intervened in the period between 2022 and 2024.

ANTECEDENTES

La vinculación del sector social y las instituciones de educación superior (IES), tiene un impacto significativo en la formación integral de los estudiantes y en la construcción de una sociedad más equitativa y participativa. En este contexto, las universidades desempeñan un papel crucial como agentes de cambio, y su relación con el sector social permite una mayor comprensión de las necesidades de la comunidad. Algunas de las principales formas de vinculación incluyen:

- *Proyectos de Extensión Universitaria*. Las universidades suelen desarrollar programas de extensión universitaria, en los cuales los estudiantes, los profesores y el personal administrativo, colaboran con organizaciones comunitarias, municipios y asociaciones sociales. Estos proyectos pueden involucrar actividades de apoyo social, como asesoría legal gratuita, proyectos de salud, educación ambiental, entre otros. La extensión permite que el conocimiento académico se traduzca en beneficios directos para las comunidades.

[1] Jefa del Depto. de Metal Mecánica. TecNM / Instituto Tecnológico de Matamoros. citlalin.oh@matamoros.tecnm.mx
[2] Profesor de tiempo completo. TecNM / Instituto Tecnológico de Matamoros. enrique.hr@matamoros.tecnm.mx
[3] Profesora de medio tiempo. TecNM / Instituto Tecnológico de Cd. Victoria. martha.mm@cdvictoria.tecnm.mx

- *Prácticas Profesionales y Servicio Social*. Las formas más comunes de vinculación entre la educación superior y el sector social son los programas de servicio social y residencias profesionales. Los estudiantes de carreras como derecho, medicina, psicología, trabajo social, ingeniería, entre otras, realizan prácticas en organismos públicos, ONG, centros de salud y otros espacios que sirven a la comunidad. Estos programas proporcionan a los estudiantes experiencias prácticas, que les permiten aplicar sus conocimientos en situaciones reales, mientras contribuyen al bienestar social.
- *Investigación con Impacto Social*. Las universidades tienen un importante papel en la investigación aplicada, donde los proyectos de investigación están diseñados para resolver problemas específicos de la comunidad. Las investigaciones pueden abordar temas como el cambio climático, la pobreza, la equidad de género, la salud pública, la seguridad alimentaria, entre otros. Esta investigación, a menudo realizada en colaboración con organizaciones sociales, permite que los resultados sean utilizados para mejorar las políticas públicas o los programas sociales.
- *Educación Continua y Capacitación*. Muchas universidades ofrecen programas de educación continua y cursos de formación para miembros de la comunidad. Esto permite que, las personas que no tienen acceso a la educación superior tradicional, puedan mejorar sus habilidades y conocimientos, participando activamente en el desarrollo económico y social de su entorno. Los cursos pueden ser en áreas como tecnología, administración, salud, arte, etc.
- *Alianzas con Organizaciones de la Sociedad Civil.* La colaboración con organizaciones de la sociedad civil (ONG, asociaciones locales, etc.) permite a las universidades trabajar en la resolución de problemas sociales y contribuir con el desarrollo de políticas públicas. A través de alianzas, las instituciones de educación superior pueden ofrecer consultoría, investigación aplicada o asesoría a dichas organizaciones.
- *Desarrollo de Proyectos Emprendedores Sociales.* Las universidades también fomentan el emprendimiento social, apoyando a los estudiantes en la creación de startups o proyectos, que busquen solucionar problemas sociales de manera innovadora. A través de incubadoras de empresas, concursos de emprendimiento social y fondos de inversión, las universidades pueden ser un puente entre la innovación académica y las necesidades del sector social.
- *Desarrollo de Políticas Públicas.* A través de centros de investigación y cátedras de políticas públicas, las universidades pueden colaborar en la formulación y evaluación de políticas públicas que aborden necesidades sociales específicas. Los estudiantes, docentes e investigadores pueden realizar diagnósticos y recomendaciones, basadas en evidencia que ayuden a mejorar las condiciones de vida de comunidades vulnerables.
- *Formación en Valores y Compromiso Social.* La educación superior tiene también el rol de formar a estudiantes con un compromiso ético y social. A través de programas que promueven la responsabilidad social, los estudiantes son sensibilizados sobre los problemas sociales y económicos de su país o región. Esto fomenta una ciudadanía activa, que busca el bienestar común y promueve el cambio social a través de la acción colectiva.
- *Incorporación de la Perspectiva Social en el Currículo.* Es fundamental que las universidades incluyan, en sus programas educativos, un enfoque que permita a los

estudiantes comprender las realidades sociales. Esto se puede lograr mediante materias de responsabilidad social, educación cívica o ética profesional, que formen a los futuros profesionales no sólo en sus campos de conocimiento, sino también en su rol como agentes sociales.

De acuerdo con Rodríguez (2019), la enseñanza de la ingeniería es sin duda un área que permite generar estos escenarios innovadores, creativos y favorece el desarrollo de proyectos que involucren el pensamiento crítico y el desarrollo de habilidades de diseño de componentes y sistemas.

Como establece Canul (2018), la residencia profesional cursada en el noveno semestre del programa de Ingeniería también representa para algunos una primera experiencia laboral. El proyecto de residencia profesional podrá realizarse de manera individual, grupal o interdisciplinaria dependiendo de los requerimientos y las características del proyecto de la empresa, organismo o dependencia (Rodríguez, 2019). En el marco de referencia del Tecnológico Nacional de México (TecNM), describe la residencia profesional como una estrategia educativa de carácter curricular, que permite al estudiante emprender un proyecto teórico-práctico, analítico, reflexivo, crítico y profesional; para resolver un problema específico de la realidad social y productiva, para fortalecer y aplicar sus competencias profesionales (TecNM, 2011).

Contexto de la Investigación

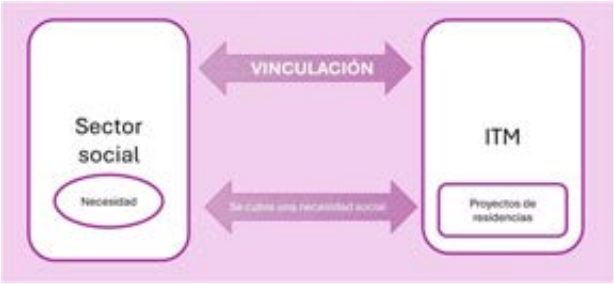
El Instituto Tecnológico de Matamoros (ITM), ubicado en la ciudad de H, Matamoros, Tamaulipas, en la zona fronteriza de México con Estados Unidos, es una institución de educación superior pública que pertenece al Tecnológico Nacional de México (TecNM), oferta 11 programas educativos de licenciatura distribuidos en nueve departamentos, los cuales son los encargados de hacer cumplir el total de créditos que debe cursar el estudiante, ante de ser considerado egresado.

Para concluir sus estudios, debe cursar la residencia profesional, que permite al estudiante desarrollar competencias de manera integral por medio de un proyecto.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada se ilustra en la Figura 1, donde se pone de manifiesto la importancia de la vinculación entre la institución educativa y el sector social, con la finalidad de cubrir necesidades de carácter social.

Figura 1. *Metodología aplicada.*



Esta metodología se llevó a cabo en los siguientes pasos:

- **Paso 1: Vinculación entre el sector social y la institución educativa**, realizada a través del Departamento de Vinculación del Tec de Matamoros.
- **Paso 2: Generación de proyectos internos de residencia con proyección social**. Los docentes del Departamento de Metal-Mecánica registran los proyectos para que estudiantes inscritos en Residencia Profesional los realicen durante el periodo del programa.
- **Paso 3: Diseño, fabricación y evaluación de equipos.** Realizando trabajo colaborativo, los estudiantes participan en el diseño y fabricación de los equipos solicitados por distintos organismos, bajo la supervisión y guía de su asesor interno, quien, finalizada la actividad, los evalúa.
- **Paso 4: Donación y entrega de equipos al sector social.** Con este paso se cierra la Residencia Profesional al constatar que se satisfacen las necesidades del sector social con la entrega de los equipos.

RESULTADOS

De acuerdo con Miranda (2018), En México la vinculación en educación superior debe incluir investigación conjunta ente la universidad y la sociedad. Una de estas vías es a través de proyectos conjuntos. La residencia profesional es una experiencia clave en la formación de los estudiantes de educación superior, especialmente en carreras técnicas y profesionales. Esta práctica no sólo les permite aplicar lo aprendido en el aula en un entorno real de trabajo, sino que también les ofrece una serie de beneficios que favorecen tanto su desarrollo profesional como personal. Algunos de los principales beneficios son:

- Aplicación práctica de los conocimientos
- Desarrollo de habilidades profesionales
- Mejor comprensión del campo laboral
- Generación de contactos profesionales (networking)
- Aumento de la empleabilidad
- Desarrollo de autonomía y responsabilidad
- Mejora de la autoestima y confianza
- Posibilidad de adaptación a nuevas tecnologías y herramientas
- Desarrollo de habilidades blandas
- Aclaración de metas profesionales
- Aumento de la competitividad en el mercado laboral
- Mejor preparación para la vida profesional

En las Figuras 2, 3, 4 y 5 se muestran las donaciones de equipos fabricados, diseñados y evaluados por estudiantes residentes del departamento de Metalmecánica.

Figuras 2 y 3. *Donación de equipo.*

Figuras 4. *Donación de equipo al ISSSTE.*

Cabe mencionar que el diseño y la manufactura de los equipos fue realizada en la institución por los estudiantes y asesorada por los docentes del departamento de Metalmecánica del ITM. Asimismo, se les apoyó con el material, para lograr la mejor versión del equipo con las especificaciones necesarias de acuerdo con las necesidades específicas de los diversos destinatarios. Las Figuras 5 y 6 muestran las donaciones de equipos a la escuela Tzehualli No. 1 y al hospital del ISSSTE de H. Matamoros Tamaulipas.

Figuras 5. *Donación de equipo a la escuela Tzehualli No. 1.*

Figura 6: *Silla donada al hospital del ISSSTE.*

En la Tabla 1 se muestra la descripción de los equipos fabricados en el departamento de Metalmecánica, así como el periodo en que participaron las instituciones que fueron favorecidas con donaciones.

Tabla 1. *Equipos desarrollados en el departamento de Metalmecánica.*

PERIODO	EQUIPO	DONADO A	FECHA DE DONACIÓN
2022-3	Construcción de silla con pedaleo semiautomático para rehabilitación en niños con parálisis cerebral.	Instituto de Rehabilitación de Parálisis Cerebral Infantil "Filemón Garza" (IRPACII).	Enero del 2023
2023-3	Andador para niños con discapacidad motora.	Centro de Atención Múltiple Tzehualli No. 1	Diciembre del 2023
2023-3	Silla para mover personas operadas, con movimiento vertical y apertura para traslado de cama al baño o a regaderas con seguridad.	Hospital General Alfredo Pumarejo	Enero del 2024
2023-3	Diseño y construcción de silla ergonómica semiautomática para persona con discapacidad.	Un joven con discapacidad	Enero del 2024
2024-1	Silla para mover personas operadas, con movimiento vertical y apertura para traslado de cama al baño o a regaderas con seguridad.	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)	Junio del 2024

Impacto social y académico

Los principales resultados obtenidos evidencian la finalidad de la Residencia Profesional como es, permitir al estudiante "emprender un proyecto teórico-práctico, analítico, reflexivo, crítico y profesional; con el propósito de resolver un problema específico de la realidad social y productiva, para fortalecer y aplicar sus competencias profesionales", según se señala en el Lineamiento para la Operación y Acreditación de la Residencia Profesional del TecNM (2015).

Por otra parte, la atención de las necesidades sociales a través de estos proyectos de Residencia Profesional evidenció:

- Contribución al fortalecimiento de la formación de ingenieros, con habilidades prácticas sólidas en el área de Metalmecánica.
- Mejora en la competitividad y la empleabilidad de los egresados en el sector industrial y tecnológico.
- Impulso a la investigación y la innovación en el campo de la enseñanza.

Como lo menciona Hermosillo (2023), es necesario la generación y evaluación de proyectos de carácter social, mediante la evaluación de impacto es que se circunscribe a las denominadas investigaciones sociales aplicadas.

CONCLUSIONES

Del año 2022 al 2024, en el Departamento de Metal-Mecánica del Instituto Tecnológico de Matamoros, se ha impulsado el diseño y fabricación de equipos, realizados por estudiantes que cursan residencias, como proyectos internos de investigación, asesorados por docentes del área. Una vez concluidos y evaluados, de acuerdo con las especificaciones del usuario,

son donados a instituciones del sector social, que presentan necesidades en la adquisición de equipamiento personalizado, para dar atención a niños, jóvenes o adultos con necesidades especiales. Como establece Hermosillo (2024), el desarrollo de un proyecto hecho en la escuela para el beneficio de un problema social existente con la finalidad de fortalecer la inclusión de menores que presentan discapacidad a la sociedad.

La residencia profesional no sólo facilita la transición del mundo académico al laboral, sino que también ofrece una serie de beneficios que enriquecen la formación de los estudiantes. A través de esta experiencia, los estudiantes pueden fortalecer sus habilidades técnicas y blandas, aumentar su empleabilidad, establecer relaciones profesionales y adquirir una visión más clara de su futuro en el ámbito profesional.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta Miranda, M. L., Alday Chávez, A., Hernández Tamayo, Y., & López Nava, M. L. (2018). Las residencias profesionales como estrategia de vinculación en una institución de educación superior en Morelos. *ANFEI Digital*, (9). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/458

Contreras Rodríguez, V. M., Silva Jug, I. A. G., Gordillo Narváez, M. de L., & López Hernández, J. F. (2016). Las residencias profesionales como proceso impulsor del desarrollo de las empresas de la región. *EDUCATECONCIENCIA*, 9(10), 23–38. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8805446

De la Cruz Canul Martínez, C. H., Sanguino Salas, E. V., & González Villanueva, R. A. (2018). La residencia profesional como instrumento de vinculación para la formación del ingeniero: Perspectivas del empresario. *ANFEI Digital*, (9). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/issue/view/14

Hernández Rodríguez, A., & Pérez Gallardo, R. (2019). La formación de ingenieros con habilidades para el desarrollo tecnológico por medio del proyecto integrador. *ANFEI Digital*, (11). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/issue/view/16

Ortiz Hermosillo, C. A., Hernández Reyes, E., Nava Jr., J. L., & Velázquez Medina, K. R. (2023). Construcción de silla con pedaleo semiautomático para rehabilitación en niños con parálisis cerebral. *ANFEI Digital*, (15). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/925/1563

Ortiz Hermosillo, C. A., Obregón, R. C. S., Pérez, F., & Ibarra, S. J. (2024). Diseño y fabricación de prototipo de rehabilitación terapéutico infantil. *ANFEI Digital*, (16), 667–667. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/1000

Tecnológico Nacional de México. (2011, 27 de octubre). *Lineamiento para la Operación y Acreditación de la Residencia Profesional (versión 1.0; Planes 2009–2010)*. https://www.tecpuruandiro.edu.mx/Calidad/pdfs/ssgc_Academico_Vinculacion/Residencia_Profesional/Lineamiento_para_la_Operacion_y_Acreditacion_de_la_Residencia_Profesional.pdf

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA LEAN SIX SIGMA EN UNA EMPRESA DE LÁCTEOS

IMPLEMENTATION OF A LEAN SIX SIGMA SYSTEM IN A DAIRY COMPANY

E. Urias Ornelas[1]
M. Bernabé Sánchez[2]
G. N. Ordoñez Cherris [3]
M. Mojarro Magaña[4]

RESUMEN

El proyecto busca la implementación de la metodología Lean Six Sigma en una empresa dedicada a la elaboración de productos lácteos, utilizando el ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), con el objetivo de identificar los factores que afectan el pH de la leche. Se realizó un muestreo aleatorio durante 30 días para determinar la variación del pH a lo largo del proceso productivo. Se identificaron como factores subyacentes la temperatura de almacenamiento, el tiempo de pasteurización y el tipo de envase utilizado. Con estos factores se diseñó un experimento 3^3 obteniendo 27 corridas. Los resultados obtenidos indican que operar a una temperatura de 10°C en el almacenamiento, un tiempo de pasteurización de 20 minutos y el uso de envases de cartón, reduce la variabilidad del pH de la leche. Tras el análisis se realizó la evaluación de la capacidad del proceso, evidenciando mejoras en la variable de respuesta.

ABSTRACT

The project seeks to implement the Lean Six Sigma methodology in a company dedicated to the production of dairy products, using the DMAIC cycle (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) with the aim of identifying the factors that affect the pH of milk. A random sampling was conducted over 30 days to determine the variation of the pH throughout the production process. The underlying factors identified were storage temperature, pasteurization time, and the type of container used. Based on these factors, a 3^3 experiment was designed, resulting in 27 runs. The results obtained indicate that operating at a storage temperature of 10°C, a pasteurization time of 20 minutes, and using cardboard containers reduces the variability of the milk's pH. After the analysis, a process capability evaluation was performed, showing improvements in the response variable.

ANTECEDENTES

En la actualidad, la industria láctea enfrenta desafíos significativos en términos de eficiencia operativa, control de calidad y sostenibilidad. La implementación de diversas metodologías como Lean Six Sigma (LSS) se muestran como una estrategia efectiva para abordar estas problemáticas, desde una perspectiva de los principios de Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta) y Six Sigma con el objetivo de eliminar desperdicios y reducir la variabilidad en los procesos productivos.

El método Lean para producción y fabricación es una colección de prácticas de negocio, estrategias y métodos que se enfocan en la eliminación de los desperdicios (o desechos) y la mejora continua dentro de la organización como menciona Mayoral y Socuéllamos (2022). Para Socconini (2019) el poder de Lean Manufacturing radica en descubrir continuamente

[1] Estudiante. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. lc20290942@cdguzman.tecnm.mx
[2] Estudiante. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. l21290642@cdguzman.tecnm.mx
[3] Estudiante. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. l21290950@cdguzman.tecnm.mx
[4] Profesor. TecNM / Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. maria.mm@cdguzman.tecnm.mx

las oportunidades de mejora que esconde toda empresa pues siempre existirán desperdicios que podrán ser eliminados.

Por su parte Acosta (2006) menciona que el Seis Sigma es una metodología de gestión de la calidad que busca mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos mediante la reducción de la variabilidad y la eliminación de defectos, combinando herramientas estadísticas con principios de gestión de calidad para alcanzar niveles óptimos de desempeño. El propósito y la meta consiste en disminuir las variaciones en los productos, logrando 3.4 defectos por millón de oportunidades, Pascual (2021).

Para Socconini, y Escobedo (2021), la metodología Seis Sigma se basa en el ciclo DMAIC (por sus siglas en inglés): Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, consiste en la aplicación proyecto a proyecto de un proceso estructurado en cada una de estas etapas.

La convergencia entre Lean Manufacturing y Seis Sigma representa una evolución significativa en la optimización de procesos y la mejora continua en diversas industrias como menciona Navarro y Zahoul (2023). En la investigación de Vidal et. al (2018) se muestra que ambas metodologías pueden integrarse en pro de la solución de un problema aplicado en la industria láctea, lo que permite adoptar este tipo de enfoque híbrido para organizar y analizar la problemática, aumentar la capacidad del proceso y reducir los productos no conforme.

En los últimos años, diversas empresas del sector lácteo han implementado la metodología Lean Six Sigma con resultados positivos en la optimización de sus procesos productivos. Un estudio realizado por Montañez (2017) implementó el concepto de Seis Sigma con la metodología DMAIC y se determinó cuáles eran las áreas donde había mayor porcentaje de desperdicio (merma) y sus posibles causas. De esta forma se permitió recuperar el 75% del producto que estaba destinado a pérdida y se impactó positivamente el costo en la elaboración de otros productos.

De manera similar, Chu et. al (2018) destacaron cómo empresas estadounidenses del sector lácteo, como Dean Foods, utilizaron Six Sigma para reducir el desperdicio en la producción de leche y derivados. En particular, la metodología permitió estandarizar el contenido de grasa, lo que contribuyó a mejorar la eficiencia a lo largo de toda la cadena de suministro.
En un contexto similar, Rodriguez et al. (2022) analizaron una planta procesadora de leche para la fabricación de quesos en la provincia de Cotopaxi, Ecuador, a través de la metodología Lean Seis Sigma se evidencia la mejora en la producción de quesos y el control de los parámetros de calidad con el consecuente incremento de sus ventas y ganancias.

Por otro lado, González y Vallejo (2023) documentaron la implementación de herramientas Lean Seis Sigma para determinar los criterios de calidad en la producción de yogurt, identificar la causa raíz de la pérdida de producto y la implementación de soluciones a las causas identificadas para disminuir la pérdida de producto terminado en la empresa Lácteos Orión en el barrio Plateado de Popayán.

En este contexto una empresa láctea busca aplicar Lean Six Sigma para lograr mejoras significativas en la eficiencia operativa y la calidad del producto. Este proyecto tiene como objetivo implementar dicha metodología en una empresa dedicada a la elaboración de

productos lácteos, con el propósito de optimizar sus procesos productivos, reducir desperdicios y asegurar la entrega de productos de alta calidad a los consumidores.

Actualmente el desempeño de la leche, en el área de producción no cumple con la meta de alcanzar un pH adecuado (índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución según la RAE). Esta situación genera problemas de variación afectando directamente a la leche, ya que, al no alcanzar los niveles adecuados, el producto no se encuentra en condiciones óptimas para extender su caducidad.

La ausencia de un enfoque estructurado para identificar y analizar las causas raíz de esta variación ha impedido la implementación de soluciones efectivas dentro de la empresa. Por esta razón, el proyecto no solo busca mejorar los niveles de calidad del producto, sino también establecer un marco estructurado basado en la metodología Lean Six Sigma, que permita optimizar los procesos productivos, reducir variaciones y mejorar la eficiencia operativa, sentando las bases para una cultura de mejora continua dentro de la organización. La aplicación de este proyecto permite a los alumnos implementar esta metodología en un caso real, trascendiendo el conocimiento teórico y aplicando las etapas estructuradas del DMAIC, para fomentar la identificación de problemas y la propuesta de soluciones efectivas para la organización.

METODOLOGÍA

Para abordar el problema de la variación en el pH que afecta la calidad de los productos se implementó la metodología Lean Seis Sigma basada en el DMAIC, que se muestra en la Figura 1.

Figura 1. *Etapas de Lean Seis Sigma*.

Definir. Constituye la primera etapa de la metodología donde se identifica el problema relacionado con la variación del pH, lo que implica analizar su impacto en el proceso y en la calidad del producto. Asimismo, se establecen los objetivos específicos que orientarán el proyecto hacia soluciones efectivas, medibles y alineadas a las expectativas de los clientes.

Medir. En esta etapa, se recopilan los datos necesarios sobre las mediciones del pH a lo largo del proceso de producción. Se cuantifica la magnitud de la variación y se realiza un análisis estadístico de la distribución de los datos para determinar su frecuencia y las posibles tendencias, esto se realiza a través del análisis de la estadística descriptiva y el comportamiento de los gráficos de control.

Analizar. Se centra en la evaluación detallada de las causas raíz que provocan las variaciones del pH. Se realiza un análisis exhaustivo para identificar los factores que contribuyen a estas fluctuaciones, tales como el control de la temperatura, la calidad de las materias primas o el

calibrado de los equipos de medición, entre otras que se pueden observar en el diagrama de Ishikawa. El objetivo aquí es comprender los factores que están afectando el comportamiento del pH y, por ende, la calidad del producto.

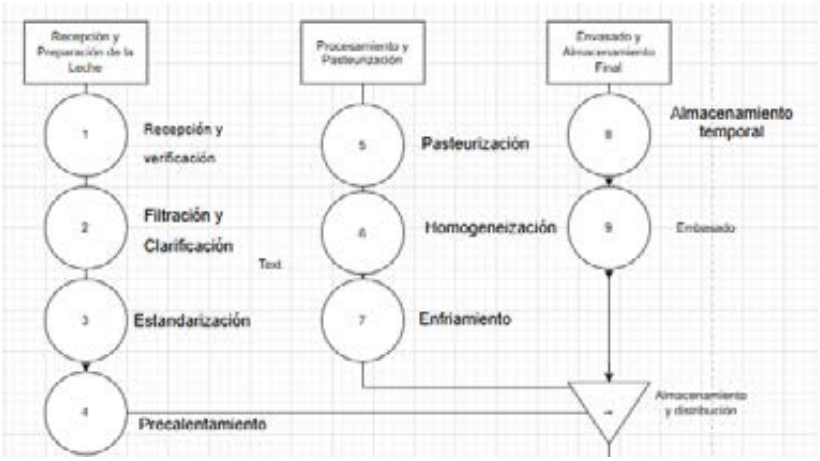
Mejorar. Se implementan las soluciones propuestas para corregir las variaciones del pH identificadas en la fase de análisis. Se ajustan los parámetros del proceso productivo, se optimizan las prácticas de control de calidad y se mejoran los equipos de medición, buscando estabilizar el pH dentro de los rangos óptimos. El objetivo es lograr mejoras sostenibles que garanticen un control efectivo del pH y, por ende, una mejor calidad del producto final. En esta etapa se realizó un diseño de experimentos con los factores más relevantes considerados en la etapa anterior.

Controlar. En esta última etapa, se asegura que las mejoras implementadas se mantengan a lo largo del tiempo. Se establecen controles periódicos para monitorear el pH y se verifican los resultados mediante auditorías continuas. Además, se establecen procedimientos para realizar ajustes cuando se detectan desviaciones fuera del rango esperado. El objetivo es asegurar la estabilidad del proceso a largo plazo, mantener los estándares de calidad y prevenir nuevas variaciones del pH.

RESULTADOS

Entre los productos lácteos que produce la empresa, destaca el de mayor demanda: la leche. Este producto esencial requiere cumplir estrictos estándares de calidad para garantizar tanto su seguridad como la satisfacción para sus consumidores. En la Figura 2 se puede observar el proceso de producción al que es sometida la leche para su distribución y comercialización.

Figura 2. *Diagrama del proceso de la leche.*



El control adecuado del pH resulta crucial, ya que influye directamente en las propiedades sensoriales y en la estabilidad del producto. En la leche, el pH aceptable se encuentra dentro de un rango más estrecho, de 6.5 a 6.9, lo que garantiza su frescura y estabilidad, además de prevenir la presencia de microorganismos indeseados. Mantener el pH y las condiciones de producción en un rango óptimo asegura la calidad y frescura de los productos lácteos, centrándose en el control de la temperatura de almacenamiento y el tiempo de pasteurización,

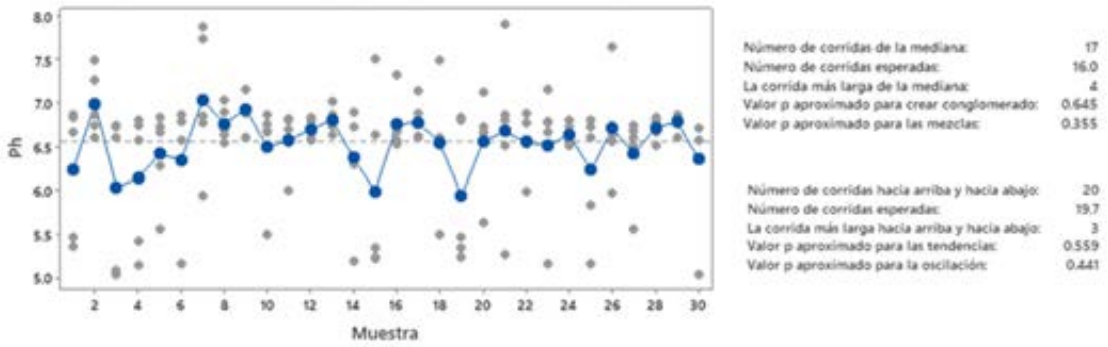
así como el envase utilizado, estos parámetros son el objetivo definido durante la etapa de Definir.

El monitoreo constante del pH se lleva a cabo mediante el uso de pH-metros, instrumentos precisos que permiten medir de manera rápida y efectiva los niveles de acidez durante las diferentes etapas de producción. Estos dispositivos aseguran que el pH se mantenga dentro de los rangos establecidos, lo que posibilita la detección inmediata de cualquier desviación que pueda comprometer la calidad del producto.

Para garantizar un control de calidad representativo y efectivo, se recolectan un promedio de 1 a 2 muestras por día, asegurando una distribución uniforme a lo largo del tiempo. En ciertos días clave, se tomaron 5 muestras cada 3 días, permitiendo capturar variaciones diarias en el control de la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Los horarios de muestreo para analizar cómo cambia el pH a lo largo del día, se establecieron tres horarios de medición en días alternos, en la mañana (6:00 - 8:00 a.m.): se toma la muestra justo después de que la leche llega del ordeño o del inicio del procesamiento, en la tarde (12:00 - 2:00 p.m.) se toma una muestra del mismo lote para observar cambios en reposo o debido a temperatura y por la noche (6:00 - 8:00 p.m.): Se realiza una última medición del día para detectar posibles variaciones en almacenamiento.

En el análisis del comportamiento de las muestras, se obtuvo un 30% de resultados no satisfactorios, los cuales no cumplen con el rango de medición exitoso. Con base en estos resultados, se comprueba que algunos productos no cumplen con el estándar establecido para el pH, como se muestra en la Figura 3 por lo que resulta necesario identificar los factores que afectan la variación y calidad el pH.

Figura 3. *Gráfico de Control de corridas de pH de la leche*.



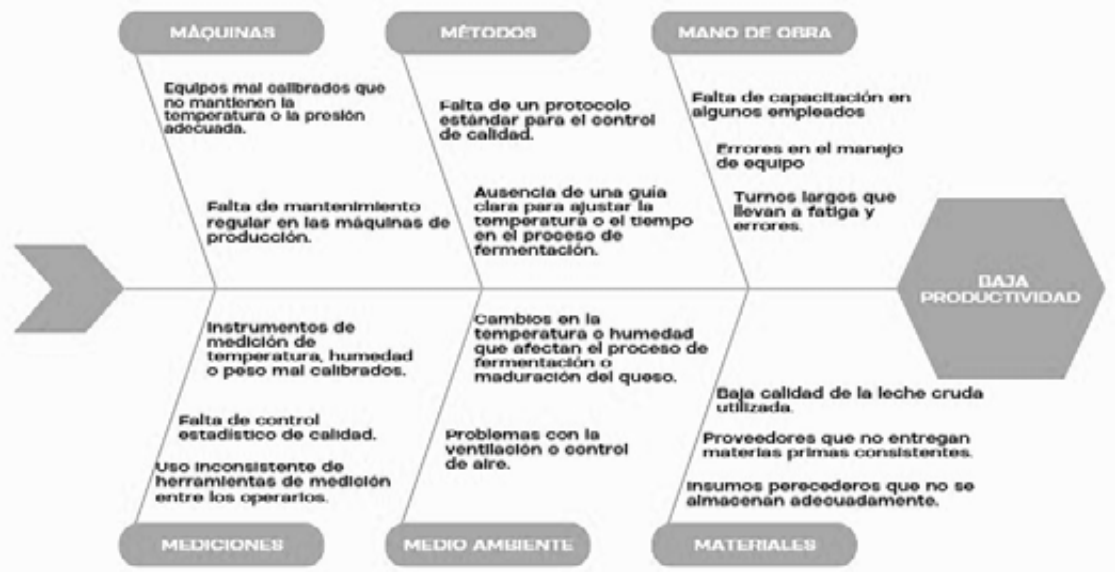
Con base en las estadísticas descriptivas presentadas en la Figura 4, se obtuvo una media de pH de 6.5336, con un valor mínimo de 5.0400 y un máximo de 7.9100, lo que indica una alta variabilidad en los valores medidos. Esta variabilidad se refleja en una desviación estándar de 0.6013, lo que evidencia una dispersión significativa de los datos en torno a la media. Dicha dispersión podría estar afectando la calidad del producto, al no garantizar la estabilidad necesaria dentro de los parámetros establecidos.

Figura 4. *Estadísticas Descriptiva del pH de la leche.*

Variable	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Ph	150	0	6.5336	0.0491	0.6013	5.0400	6.5300	6.6850	6.8225	7.9100

El análisis de las causas raíz de las variaciones del pH realizado en la etapa de Analizar tiene como objetivo identificar los factores subyacentes que están provocando fluctuaciones fuera de los parámetros establecidos. Durante este análisis, se observa en la Figura 5 que las variaciones en el pH podrían estar relacionadas con diversas causas, como la calidad inconsistente de los ingredientes utilizados, variaciones en la temperatura durante el proceso de producción, o fallos en el calibrado de los equipos de medición. Además, se plantea que la falta de un control adecuado en las etapas críticas del proceso, como la pasteurización o la homogeneización, puede estar contribuyendo a la fluctuación del pH.

Figura 5. *Diagrama de Ishikawa.*



Para la siguiente etapa que es la de Mejora, los factores considerados para analizar que pueden influir significativamente en el pH de la leche son: la temperatura de almacenamiento, el tiempo de pasteurización y el tipo de envase. Realizando un diseño de un experimento con 3 factores y 3 niveles para buscar la combinación que genere una mayor calidad en el Ph como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. *Diseño de experimentos.*

Factor	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Temperatura de almacenamiento	5°C	10°C	15°C
Tiempo de pasteurización en minutos	10	15	20
Tipo de envase	Plástico	Cartón	Vidrio

Con este diseño se realizaron 27 corridas de forma aleatoria en la producción de leche, para analizar estadísticamente la influencia de los factores en la variable de respuesta que es el pH de la leche, los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. *Resultado de las corridas del diseño de experimentos.*

Corrida	Temperatura de almacenamiento	Tiempo de pasteurización	Tipo de envases	pH
1	5°C	10	Plástico	6.508
2	5°C	10	Cartón	6.508
3	5°C	10	Vidrio	6.700
4	5°C	15	Plástico	6.650
5	5°C	15	Cartón	5.470
6	5°C	15	Vidrio	5.360
7	5°C	20	Plástico	6.600
8	5°C	20	Cartón	6.450
9	5°C	20	Vidrio	7.000
10	10°C	10	Plástico	6.900
11	10°C	10	Cartón	6.850
12	10°C	10	Vidrio	6.580
13	10°C	15	Plástico	6.650
14	10°C	15	Cartón	7.740
15	10°C	15	Vidrio	7.100
16	10°C	20	Plástico	6.680
17	10°C	20	Cartón	6.530
18	10°C	20	Vidrio	6.890
19	15°C	10	Plástico	6.480
20	15°C	10	Cartón	6.620
21	15°C	10	Vidrio	6.450
22	15°C	15	Plástico	7.050
23	15°C	15	Cartón	6.900
24	15°C	15	Vidrio	6.600
25	15°C	20	Plástico	6.800
26	15°C	20	Cartón	6.700
27	15°C	20	Vidrio	6.500

El análisis de varianza del diseño de experimento mostrado en la Figura 6 indica que la temperatura de almacenamiento y su interacción con el tiempo de pasteurización son los factores más relevantes y deben controlarse y optimizarse para mejorar la calidad del producto. El tipo de envase y sus interacciones no tienen un impacto significativo, por lo que no son factores prioritarios para el control del proceso.

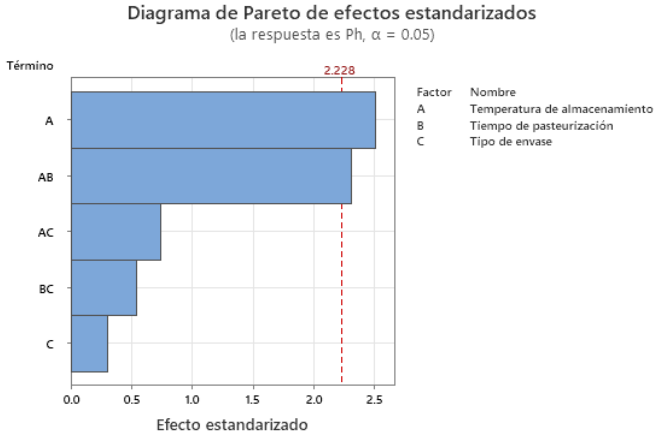
Figura 6. *Análisis de Varianza del diseño de experimentos.*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F
Modelo	16	3.93283	0.24580	2.00
Lineal	4	1.30305	0.32576	2.65
Temperatura de almacenamiento	2	1.23725	0.61863	5.03
Tipo de envase	2	0.06579	0.03290	0.27
Interacciones de 2 términos	12	2.62978	0.21915	1.78
Temperatura de almacenamiento*Tiempo de pasteurización	4	1.80788	0.45197	3.67
Temperatura de almacenamiento*Tipo de envase	4	0.46702	0.11675	0.95
Tiempo de pasteurización*Tipo de envase	4	0.35489	0.08872	0.72
Error	10	1.23006	0.12301	
Total	26	5.16288		

Fuente	Valor p
Modelo	0.134
Lineal	0.096
Temperatura de almacenamiento	0.031
Tipo de envase	0.771
Interacciones de 2 términos	0.184
Temperatura de almacenamiento*Tiempo de pasteurización	0.043
Temperatura de almacenamiento*Tipo de envase	0.475
Tiempo de pasteurización*Tipo de envase	0.597
Error	
Total	

En el Diagrama de Pareto de la Figura 7 se observa que los factores más importantes para considerar en el proceso son la temperatura de almacenamiento (Factor A) y su interacción con el tiempo de pasteurización (Interacción AB). Los demás factores e interacciones no son estadísticamente significativos, por lo que no son prioritarios en el control de la respuesta (pH).

Figura 7. *Diagrama de Pareto del diseño de experimentos.*



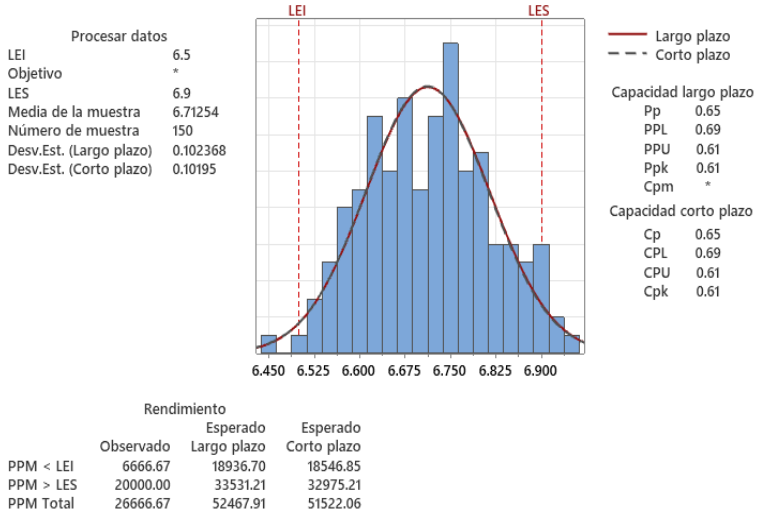
Solución	Temperatura de almacenamiento	Tiempo de pasteurización	Tipo de envase	Ph Ajuste	Deseabilidad compuesta
1	10°C	20	Cartón	6.68401	0.988067

Como resultado del diseño de experimentos para una optimización de la variable de respuesta que permita mejorar el pH de la leche, se sugiere trabajar bajo una temperatura de 10°C en

el almacenamiento, un tiempo de pasteurización de 20 minutos y trabajar con un envase de cartón, esto para permitir que el pH está ajustado aproximadamente en 6.68401.

En la Figura 8 se muestra un análisis que evalúa la capacidad de un proceso optimizado para alcanzar un pH de la leche dentro de los límites de especificación de 6.5 a 6.9. Esta medición de capacidad de proceso resulta crucial para verificar si el proceso mejorado es consistente y cumple con los estándares de calidad requeridos. Proporciona métricas de rendimiento tanto a largo como a corto plazo permitiendo identificar posibles áreas de ajuste para mejorar la estabilidad del proceso.

Figura 8. *Análisis de la capacidad del proceso.*



Los límites de especificación y las desviaciones estándar a largo plazo y corto plazo son de 0.102368 y 0.10195 respectivamente lo que indica una variabilidad similar en ambas métricas. Tanto el índice de capacidad de proceso a largo plazo (Pp) como el índice de capacidad a corto plazo (Cp) son ambos de 0.65 lo que sugiere que el proceso, aunque está centrado tiene dificultades para mantenerse dentro de los límites de especificación de manera consistente.

Los índices de capacidad ajustada a largo y corto plazo (Ppk y Cpk) son de 0.61 lo que indica que el proceso tiene un sesgo y está más cerca del límite inferior. Estos valores sugieren que el proceso necesita un mayor control de variabilidad para asegurar que más productos queden dentro de los límites de especificación.

CONCLUSIONES

En conclusión, el proyecto de implementación de Lean Seis Sigma para la reducción de variabilidad en el pH de la leche fue llevado a cabo con éxito, logrando mantener los valores dentro de los límites de especificación propuestos (6.5 - 6.9) controlando los factores críticos: temperatura de almacenamiento y su interacción con el tiempo de pasteurización. Se propuso trabajar bajo una temperatura de 10°C en el almacenamiento, un tiempo de pasteurización de 20 minutos y con envases de cartón. Además de esta mejora, la organización ahora cuenta

con una metodología estructurada para identificar y analizar las causas raíz, lo que le permitirá enfocarse en estudiar cómo los cambios en la temperatura y el tiempo de pasteurización afectan la respuesta, con el fin de lograr mejores resultados en el producto final.

La implementación de Lean Seis Sigma en un entorno real permite mejorar la formación en ingeniería, ya que facilita el desarrollo de habilidades en análisis estadístico, toma de decisiones basada en datos y optimización de procesos mediante la aplicación de herramientas de mejora continua. Este enfoque no solo refuerza la vinculación entre la parte academica y el sector productivo, sino que también contribuye a la preparación de futuros profesionales para enfrentar los desafíos de la industria con una visión estratégica y orientada a la mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R. J. H. (2006). *Seis Sigma un modelo de gestión. Prospectiva, 4(2), 47-50.*

Chu, D. R. C., Vásquez, J. A. Q., Bernal, L. A. B., Rossell, M. C. L., & Parra, O. A. G. (2018). *Buenas prácticas en gestión de manufactura utilizando la metodología Lean Manufacturing en las empresas de consumo masivo de alimentos en el Perú (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú.*

González, M. C. T., & Vallejo, L. N. F. (s. f.). *Aplicación de la metodología Lean Six Sigma para la reducción de pérdida de producto en la empresa Lácteos Orión ubicada en el barrio Plateado de Popayán*

Mayoral, M. A. M., & Socuéllamos, J. M. (2022). *Lean Seis Sigma para la mejora de procesos. Universidad Miguel Hernández.*

Montañez Cálix, J. E. (2017). *Desarrollo de un plan para la reducción de merma utilizando la metodología Seis Sigma en una planta de productos lácteos. Manufacturing Competitiveness.*

Navarro, S. M., & Zahoul, J. E. G. (2023). *Aplicación de la metodología Six Sigma en la industria de alimentos. UCV-SCIENTIA, 15(2), 52-61.*

Pascual Sulca, E. M. (2021). *Lean Six Sigma: Metodología para la implementación de procesos de mejora en las organizaciones. Caso práctico empresa privada.*

Rodríguez, L. T. C., Beltrán, X. E., & Viera, R. G. (2022). *Metodología Lean Six Sigma para el proceso de fabricación de quesos frescos. Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, 6(1), 44-58.*

Socconini, L. (2019). *Lean manufacturing. Paso a paso. Marge books.*

Socconini, L., & Escobedo, E. (2021). *Lean Six Sigma Green Belt, paso a paso. Marge Books.*

Vidal, G. H., Aguas, Y. P., & Puello, E. V. (2017). *Enfoque seis sigma y proceso analítico jerárquico en empresa del sector lácteo. Revista Venezolana de gerencia, 22(80), 610-636.*

VINCULACIÓN EMPRESARIAL EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS EN COMPUTACIÓN: ESTRATEGIAS PARA LA INSERCIÓN LABORAL

BUSINESS LINKAGE IN THE TRAINING OF COMPUTER ENGINEERS: STRATEGIES FOR EMPLOYMENT INSERTION

M. V. Rivero Picazo[1]
E. Ramírez Lazos[2]
J. A. López Hernández[3]
A. Velasco Agustín[4]

RESUMEN

La Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) es una institución multidisciplinaria ubicada en Nezahualcóyotl, Estado de México, fundada en 1976 para descentralizar la educación superior. Su oferta académica abarca ciencias físico matemáticas, sociales, humanidades y artes, incluyendo la licenciatura en Ingeniería en Computación (ICO). El plan de estudios actual, 2119, consta de 47 asignaturas y 396 créditos, integrando la materia "Vinculación Empresarial". Esta asignatura permite a los docentes adaptar su contenido a las necesidades laborales y académicas del sector. A través de visitas empresariales, desarrollo de soluciones y participación en eventos, los estudiantes adquieren experiencia práctica. Para este proyecto se promovieron actividades como el análisis de portales de empleo, lectura de artículos y dinámicas de improvisación. También se implementaron metodologías como SCRUM para fortalecer habilidades colaborativas. Los alumnos participaron en el Rally Latinoamericano de Innovación, enfrentándose a retos reales. Además, asistieron a ferias de empleo y conferencias con reclutadores. Se enfatizó la importancia del currículum vitae y redes laborales. Finalmente, realizaron simulaciones de entrevistas con expertos, obteniendo retroalimentación para mejorar su inserción en el mercado laboral.

ABSTRACT

La Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón) is a multidisciplinary institution located in Nezahualcóyotl, State of Mexico, founded in 1976 to decentralize higher education. Its academic offerings include physical-mathematical sciences, social sciences, and humanities, including the Bachelor's Degree in Computer Engineering (ICO). The current study plan, 2119, consists of 47 subjects and 396 credits, integrating the course "Business Linkage." This course allows professors to adapt its content to the labor and academic needs of the sector. Through company visits, problem-solving, and participation in events, students gain practical experience. Activities such as analyzing job portals, reading articles, and improvisation dynamics were promoted. Methodologies such as SCRUM were also implemented to strengthen collaborative skills. Students participated in the Latin American Innovation Rally, facing real-world challenges. Additionally, they attended job fairs and conferences with recruiters. The importance of resumes and professional networks was emphasized. Finally, they participated in mock interviews with experts, receiving feedback to improve their entry into the job market.

ANTECEDENTES

La Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), es una Institución de Educación Superior (IES) multidisciplinaria situada al norte del municipio de Nezahualcóyotl, en el Estado de México. Inició sus actividades en 1976 como parte de un programa de descentralización de la Ciudad

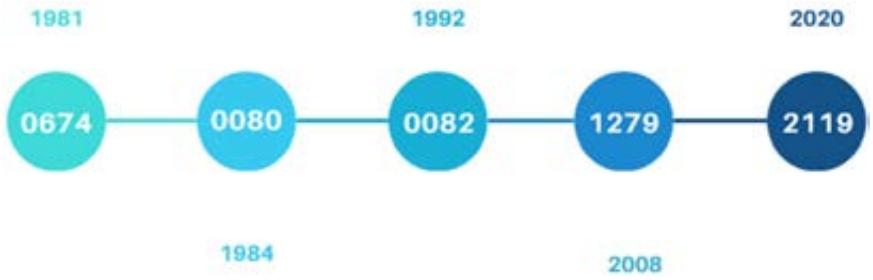
[1] Profesor de asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. marielariverorip@aragon.unam.mx
[2] Profesor de asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. estebanlazosz8@aragon.unam.mx
[3] Jefe de Carrera de Ing. en Computación. Facultad de Estudios Superiores Aragón. jorgelopez91@aragon.unam.mx
[4] Profesor de asignatura. Facultad de Estudios Superiores Aragón. aaronvelascovea@aragon.unam.mx

Universitaria, diseñado para atender la creciente demanda educativa de nivel superior. La actual oferta educativa de la FES Aragón se puede agrupar en tres ramas del saber:

- Ciencias físico matemáticas y de las ingenierías.
- Ciencias sociales.
- Humanidades y artes.

Dentro del área de las "ciencias físico matemáticas y de las ingenieras", se encuentra la oferta educativa de la licenciatura de Ingeniería en Computación (ICO), la cual ha tenido modificaciones y actualizaciones académicas a lo largo del tiempo, en la Figura 1, se muestran las claves asignadas de los distintos planes de estudios de la licenciatura de ICO, así como el año en el que las primeras generaciones de estudiantes cursaron dichos planes.

Figura 1. *Planes de estudio de ingeniería en computación.*



Es importante destacar que todas las modificaciones y actualizaciones que ha tenido el plan de estudios de ICO se han debido a las necesidades y tendencias (laborales y académicas) que el campo profesional y la propia sociedad requieren o demandan.

Actualmente el plan de estudios que se imparte en FES Aragón es el 2119, el cual está diseñado para ser cursado en nueve semestres, teniendo las características que se observan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Carga académica de la licenciatura de ingeniería en computación.*

	Asignaturas	Créditos
Obligatorias	41	348
Optativas	6	48
Total	**47**	**396**

Como parte del conjunto de asignaturas optativas el plan de estudios 2119 integra la materia llamada "Vinculación empresarial", la cual presenta las características apreciadas en la Figura 2; de tal forma que la asignatura de vinculación empresarial es fundamental en la formación de los estudiantes de ingeniería en computación, ya que actúa como un enlace entre el conocimiento teórico adquirido en el aula y su aplicación en el ámbito laboral, de tal forma que través de esta materia, los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar competencias clave para su inserción en el mercado laboral, así mismo se fortalecen

habilidades blandas como la comunicación, el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la gestión de proyectos, aspectos esenciales para el éxito en el ámbito profesional.

Figura 2. *Resumen académico de la asignatura de vinculación empresarial.*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Estudios Superiores Aragón
Plan de Estudios

Ingeniería en Computación
Vinculación empresarial

Clave	Semestre sugerido	Créditos	Área
	9	8.0	Variable **Módulo de salida** Todos los módulos
Modalidad	Curso	**Tipo**	Práctico
Carácter	Optativo		

Horas

Semana		Semestre	
Teóricas	0.0	**Teóricas**	0.0
Prácticas	8.0	**Prácticas**	128.0
Total	8.0	**Total**	128.0

Seriación indicativa

Asignatura antecedente	Ninguna
Asignatura subsecuente	Ninguna

Objetivo general: Desarrollar actividades y resolver problemas directamente en una empresa u organización, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera, para comenzar así su introducción en el ámbito laboral.

Índice temático

No.	Tema	Horas Semestre Teóricas	Prácticas
1	DEPENDE DEL TEMA	0.0	128.0
	Total	0.0	128.0
	Suma total de horas	128.0	

Una característica que resaltar es que el contenido académico de la asignatura es libre, lo cual brinda a los docentes la facilidad académica de presentar los temas que consideran pertinentes, adecuados o de mayor relevancia, esto es de gran importancia ya que permite a los docentes actualizar y preparar sus clases de acuerdo con los nuevos cambios en las tendencias o necesidades que día a día se van renovando.

En este sentido, la asignatura de vinculación empresarial tiene por objetivo general: "Desarrollar actividades y resolver problemas directamente en una empresa u organización, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera, para comenzar así su introducción en el ámbito laboral", lo cual permite a los estudiantes tener una formación profesional que integre los conocimientos del área, complementada con experiencia práctica.

Esta experiencia práctica que adquieren los estudiantes se lleva a cabo por medio de la ejecución de actividades que los profesores desarrollan en clase a lo largo del semestre, la cuales pueden ser:

- Visitas académicas a organizaciones (públicas y/o privadas).
- Desarrollo de soluciones de problemáticas reales.
- Asistencia a eventos con temáticas de vinculación con el sector público y privado.

El presente trabajo escrito pretende mostrar cuales fueron las actividades que se llevaron a cabo durante el semestre 2025-I y el impacto que estas tuvieron en la formación de los estudiantes al término del semestre.

METODOLOGIA

Como parte de los objetivos esperados para el curso de vinculación empresarial, se tiene como premisa que los estudiantes tengan una adecuada integración en actividades donde apliquen sus conocimientos, habilidades y aptitudes enfocados en el desarrollo de las habilidades blandas (soft skills), con el fin de fortalecer el perfil profesional y que al egresar cuenten con los elementos necesarios para una pronta inserción al campo laboral.

Es por ello que, en el desarrollo de la asignatura de vinculación empresarial, fue necesario establecer un plan de trabajo que sumara experiencias de interés y enriquecedoras, las cuáles posteriormente se convirtieron en puntos clave para brindar a los estudiantes los elementos primordiales para el desarrollo de las habilidades blandas requeridas en los profesionistas de la ingeniería. De tal forma que para el logro del objetivo general de la asignatura se estableció la metodología de trabajo mostrada en la Figura 3.

Figura 3. *Construcción y fortalecimiento de habilidades profesionales.*

En la cual cada bloque representa una meta a alcanzar, hasta llegar a la cima, cuyo logro significará que el objetivo ha sido alcanzado.

1. **Identificación de perfiles**. Se refiere a la búsqueda y reconocimiento de las principales cualidades, aptitudes, habilidades, experiencias que son solicitadas por las organizaciones para cubrir una vacante laboral.
2. **Desarrollo de habilidades personales y profesionales.** Se refiere al proceso de detección personal de las habilidades que tienen cada uno de los estudiantes.
3. **Metodologías enfocadas al desarrollo de dichas habilidades.** Se refiere a la implementación de metodologías, actividades, experiencias que permitan el desarrollo y fortalecimientos de las habilidades anteriormente identificadas.
4. **Generación de recursos.** Se refiere al proceso de captura y entrega de evidencias que permitan visualizar y evaluar el aprendizaje de los estudiantes.

Identificación de perfiles

En este primer apartado se diseñaron actividades enfocadas en la búsqueda e identificación de vacantes relacionadas a la ingeniería en computación, estas actividades fueron:

- Identificación y consulta de portales de empleo de manera colaborativa
- Lectura de artículos relacionados con la vinculación escuela industria
- Proyección de videos informativos
- Experiencias compartidas por ingenieros en computación al enfrentarse a la búsqueda de trabajo y el desempeño de su labor

A partir de estas acciones, los estudiantes fueron reconociendo las necesidades de los empleadores de diversas organizaciones, así como el perfil profesional más solicitados al contratar profesionales de la ingeniería.

De acuerdo con Chiavenato (2009, p. 106), menciona que:
Las personas y las organizaciones no nacieron juntas. Las organizaciones escogen a las personas que desean tener como colaboradores y las personas escogen a las organizaciones donde quieren trabajar y aplicar sus esfuerzos y competencias. Se trata de una elección recíproca que depende de innumerables factores y circunstancias. Sin embargo, para que esa relación sea posible es necesario que las organizaciones comuniquen y divulguen sus oportunidades de trabajo a efecto de que las personas las localicen y puedan iniciar una relación.

Por otra parte, Lladó et al. (2013, p. 89) menciona que “las competencias laborales especificas están relacionadas con las funciones productivas, es decir, con el conjunto de actividades laborales necesarias para lograr resultados específicos de trabajo, en relación con el propósito clave de un área objeto de análisis”.

Por lo anterior, la búsqueda de información relacionada con la oferta laboral actual para ingenieros en computación resulta de gran importancia para los futuros egresados que se incorporaran al sector laboral al corto y mediano plazo.

Desarrollo de habilidades personales y profesionales

Derivado de la identificación de estas habilidades profesionales comúnmente demandadas en los diversos sectores productivos desde un contexto nacional e internacional, fue necesario realizar una retrospectiva, en primera instancia de manera grupal al compartir comentarios y reflexiones en relación a los requerimientos de las organizaciones, de manera individual los estudiantes se dieron a la tarea de definir acciones a realizar para fortalecer su propio perfil profesional y que se consideraron más relevantes.

Para ello y en función de los hallazgos encontrados, se iniciaron dinámicas grupales de improvisación, fomento de la creatividad, colaboración en equipo, etc. Diseñadas para contribuir al fortalecimiento de habilidades blandas más demandadas y que en función de los resultados previamente obtenidos, se consideró adecuado el desarrollo de temas académicos, tales como:

- La importancia de la comunicación efectiva y formal en el desempeño profesional dentro de las organizaciones.

- El impacto dentro de los grupos de trabajo cuando se es capaz de colaborar en equipos multidisciplinarios e interdisciplinario de manera colaborativa y su impacto positivo que refleja el desarrollo de esta habilidad.
- La resolución de conflictos como parte fundamental en la consecución de objetivos organizacionales.

Metodologías enfocadas al desarrollo de dichas habilidades

En este sentido y en aras de contribuir en el fortalecimiento de sus habilidades, se concluyó que era factible el desarrollo de algunas metodologías, tales como la SCRUM que, en la administración de proyectos organizacionales o desarrollo de productos, fomentan el perfeccionamiento de habilidades, reconocimiento de principios esenciales como lo son: la adaptación, colaboración, priorización de tareas, uso de herramientas colaborativas para la optimización de trabajo.

Posteriormente, con el objetivo de consolidar la información recabada, poner en práctica los conceptos y metodologías trabajadas, se planteó la necesidad de aplicar cada uno de los recursos dentro de un ambiente lo más apegado a la realidad, para ello los alumnos participaron en la edición 2024 del Rally Latinoamericano de Innovación, evento en el que participan instituciones de educación superior de varios países de Latinoamérica, donde sus estudiantes resuelven desafíos de diversas temáticas los cuales representan problemáticas de la vida real. Por lo que, esta actividad dio la pauta para que los estudiantes de la materia de vinculación empresarial pusieran a prueba sus habilidades, conocimientos y las experiencias previamente trabajadas.

Fue necesario sumar esfuerzos con ingenierías de diversas áreas de conocimiento, para la conformación de los equipos, lo cual fue uno de los primeros retos a los que los estudiantes se enfrentaron. Definir roles, establecer comunicación efectiva, adaptación, asumir responsabilidades, propuesta de soluciones innovadoras, materialización de propuestas, fueron solo algunos de los escenarios en ellos que se desenvolvieron, encontrando nuevamente áreas de oportunidad en su desempeño profesional.

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (2025) el término empleabilidad, “Se refiere a las competencias y cualificaciones transferibles que refuerzan la capacidad de las personas para aprovechar las oportunidades de educación y de formación que se les presenten con miras a encontrar y conservar un trabajo decente”. Como parte de las actividades diseñadas para favorecer el acercamiento de los estudiantes en el ámbito laboral y en aras de que los alumnos conocieran en qué consisten los procesos de reclutamiento y selección de profesionales de la ingeniería, se dieron a la tarea de asistir y participar en ferias de empleo, conferencias y pláticas dónde los expositores fueron representantes de diversas empresas, al igual que el equipo de reclutadores.

Generación de recursos

Otra de las actividades realizadas durante este curso, que contribuyó a la preparación y fortalecimiento de los recursos para la obtención de un empleo, fue la orientación para la elaboración de un currículum vitae efectivo, la identificación de la relevancia de fortalecer relaciones laborales y el reconocimiento del papel que juegan actualmente las redes sociales

diseñadas para descubrir oportunidades laborales como factores clave en el éxito de la inserción laboral.

Las autoras Delgado y Ena (2011, p. 51) establecen que "la finalidad del currículum vitae es servir al seleccionador para determinar si el candidato reúne las características exigidas y se ajusta al perfil profesional del puesto de trabajo que se pretende cubrir", por lo que la elaboración de un CV efectivo, así como la simulación de entrevistas de trabajo resultan ser actividades enriquecedoras que preparan a los estudiantes para su integración al mercado laboral actual.

Finalmente, para concluir con este proyecto, una vez conceptualizada la información recabada, identificadas las necesidades del sector productivo, trabajado en el fortalecimiento de habilidades profesionales, introducción a diversas metodologías y desarrollo de recursos de apoyo para dar conocer el perfil profesional de los estudiantes. Fue programada una actividad, en coordinación con el departamento de bolsa de trabajo de la FES Aragón, donde los estudiantes se enfrentaron a una simulación de entrevista de trabajo con reclutadores expertos, quienes entrevistaron a los estudiantes y al finalizar se obtuvo retroalimentación de este ejercicio.

RESULTADOS

Una vez concluidas todas las dinámicas programadas, y con el objetivo de poder tener retroalimentación, se consideró importante conocer la percepción de los estudiantes al término del curso. Para ello se aplicó un cuestionario, con diversas preguntas, las cuales fueron enfocadas en la apreciación que los estudiantes tenían sobre las actividades desarrolladas, la relevancia de estas y el logro del objetivo de la asignatura.

Los resultados obtenidos se muestran a partir de la Figura 4 hasta la Figura 12, cabe resaltar que en algunas preguntas los estudiantes debían responder en base a la siguiente ponderación:

1. Nada relevante, 2. Poco relevante, 3. Moderadamente relevante, 4. Relevante, 5. Muy relevante.

Figura 4. *Interés en los temas desarrollados en la materia de vinculación empresarial.*

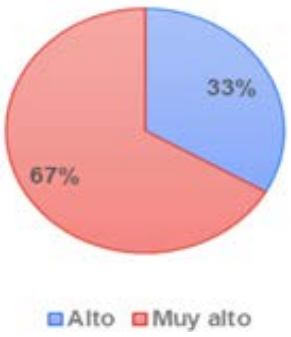


Figura 5. *Importancia de conocer las expectativas del entorno laboral para los ingenieros en computación.*

Figura 6. *Importancia de la vinculación profesional para los ingenieros en computación.*

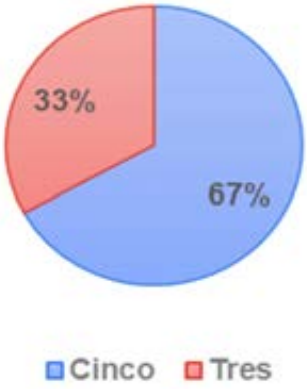


Figura 7. *Importancia de la comunicación efectiva en el desarrollo de los ingenieros en computación.*

Figura 8. *Importancia del trabajo en equipo y resolución de conflictos para los ingenieros en computación.*

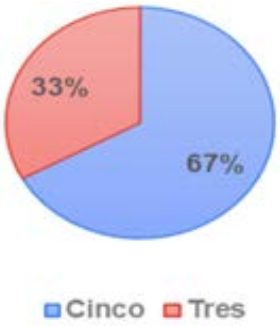


Figura 9. *Importancia del liderazgo y toma de decisiones para los ingenieros en computación.*

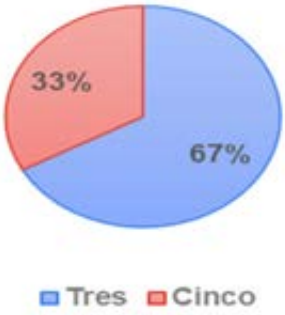


Figura 10. *Importancia de la preparación para entrevistas de trabajo los ingenieros en computación.*

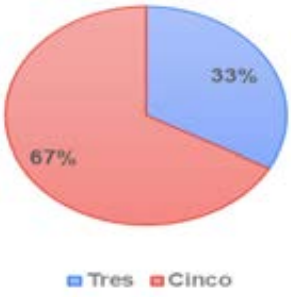
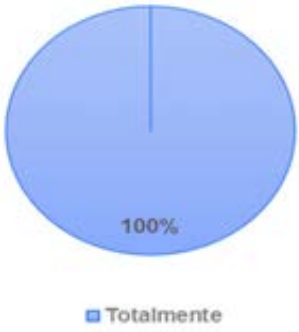


Figura 11. *Progreso en la preparación para entrevistas de trabajo después del curso.*

Figura 12. *Se alcanzo el objetivo de la asignatura de vinculación empresarial.*



En base a los resultados obtenidos por parte de los estudiantes fue posible concluir que cada una de las actividades realizadas durante el semestre, contribuyeron de manera positiva en la formación profesional de cada uno de ellos, así mismo, los resultados alcanzados, permitieron identificar áreas de oportunidad de ciertas actividades, las cuales se pueden mejorar, de tal forma que en el futuro desarrollo de la asignatura de vinculación empresarial, la apreciación obtenida refleje mejores resultados.

CONCLUSIONES

La implementación de la asignatura Vinculación Empresarial, como parte de la malla curricular del Plan de Estudios en la licenciatura de Ingeniería en Computación, resulta relevante, sobre todo para los alumnos de los últimos semestres, ya que en esta etapa los estudiantes han adquirido una serie de conocimientos en diversas áreas, lo cual garantiza un buen desempeño como profesionales de la ingeniería. Sin embargo, se ha identificado la necesidad de fortalecer habilidades blandas de los futuros ingenieros, las cuales resultan esenciales para una exitosa inserción en el ámbito profesional.

En combinación con las diversas actividades, dinámicas, retroalimentación, reflexión y experiencias desarrolladas durante este proyecto, se proporcionó a los estudiantes una visión clara de todos aquellos requerimientos y expectativas que el sector productivo demanda en la actualidad.

Derivado de esta práctica, los alumnos tuvieron la oportunidad de identificar aspectos que pueden fortalecer en su desempeño profesional. Aunado a esto, de manera objetiva recibieron

retroalimentación de personas expertas en temas de inserción laboral y que tienen contacto constante con los representantes de diversas organizaciones, todo ello en conjunto resulta de valioso para su crecimiento como profesionales de la ingeniería.

Finalmente, se concluye que, además de proporcionar conocimientos sobre vinculación empresarial, la asignatura ha desempeñado un papel fundamental en la transición de los estudiantes que están próximos a egresar de la licenciatura para insertarse en el campo laboral, fortaleciendo todas aquellas acciones que contribuyan a su empleabilidad de manera efectiva.

Por ello se recomienda continuar con la implementación y adaptación de estrategias en función de las tendencias del mercado laboral, fomentando la interacción escuela industria, asegurando una formación integral y competitiva de los ingenieros en computación.

BIBLIOGRAFÍA

Chiavenato, I. (2009). *Gestión del talento humano* (3.ª ed.). McGraw-Hill.

Delgado, S., & Ena, B. (2011). *Recursos humanos* (4.ª ed.). Paraninfo.

Lladó, D., Sánchez, L., & Navarro, M. (2013). *Competencias profesionales y empleabilidad en el contexto de la flexibilidad laboral* (3.ª ed.). Palibrio LLC.

Organización Internacional del Trabajo. (2025). *Empleabilidad*. En *Taxonomía de la Organización Internacional del Trabajo*. https://www.oitcinterfor.org/taxonomy/term/3406

EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD EN EL CAMPUS UNIVERSITARIO: DESAFÍOS PARA UNA EDUCACIÓN INCLUSIVA

ASSESSMENT OF ACCESSIBILITY ON THE UNIVERSITY CAMPUS: CHALLENGES FOR INCLUSIVE EDUCATION

S. L. Rodríguez Reyna[1]
H. Méndez Azúa[2]
J. A. Chiquito Cruz[3]
F. Tapia Rodríguez[4]

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo diagnosticar las políticas básicas de accesibilidad en una institución de educación superior, mediante la aplicación de una guía estándar para la inclusión de estudiantes con discapacidad. La investigación se desarrolló en varias fases: valoración por parte del responsable del área, encuestas a estudiantes sobre accesibilidad, evidencias fotográficas de los espacios, y una entrevista semiestructurada con un estudiante con discapacidad física. Los resultados muestran que, según los estudiantes sin discapacidad, los accesos físicos son los aspectos mejor evaluados, mientras que los recursos de apoyo reciben la puntuación más baja. En la entrevista, el estudiante con discapacidad destaca la falta de preparación y empatía en el trato hacia las personas con discapacidad, lo que sugiere una necesidad urgente de sensibilización. Además, la investigación fomenta el desarrollo de competencias profesionales en la gestión de proyectos de diagnóstico, contribuyendo a una concientización de los estudiantes involucrados.

ABSTRACT

The objective of this study is to diagnose the basic accessibility policies in one higher education institution, through the application of a standard guide for the inclusion of students with disabilities. The research was developed in several phases: assessment by the person in charge of the area, student surveys on accessibility, photographic evidence of spaces, and a semi-structured interview with a student with physical disability. The results show that, according to students without disabilities, physical access is the best evaluated aspect, while support resources receive the lowest score. In the interview, the student with a disability highlights the lack of preparation and empathy in dealing with people with disabilities, suggesting an urgent need for awareness. In addition, the research encourages the development of professional competencies in the management of diagnostic projects, contributing to an awareness of the students involved.

ANTECEDENTES

Esta investigación cubre el objetivo específico uno de la LII Conferencia Nacional de Ingeniería al compartir experiencias, resultados y recomendaciones de nuevos escenarios, para este caso el tema de la inclusión Universitaria. El objetivo principal del estudio es generar un diagnóstico sobre la accesibilidad en una universidad pública, enfocándose en promover la inclusión de estudiantes con discapacidad. Se implementa la guía estándar para

[1] Profesora Investigadora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, sandyreyna@uaslp.mx
[2] Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, hector.mendez@uaslp.mx
[3] Coordinador del programa de Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, jose.chiquito@uaslp.mx
[4] Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería, Universidad Panamericana Zapopan, Jalisco, ftapia@up.edu.mx

la inclusión, y se realizan evaluaciones cuantitativas tanto por departamentos como por los propios estudiantes. El propósito es identificar barreras y áreas de mejora en la accesibilidad física, sensorial, cognitiva y digital del campus universitario. Las preguntas de investigación son:

1. ¿Cuáles son las principales barreras de accesibilidad que enfrentan los estudiantes con discapacidad en la universidad?
2. ¿Cómo influye la Guía de estándares para la inclusión en la mejora de la accesibilidad del campus?

Este estudio busca evaluar y mejorar la accesibilidad en las universidades, promoviendo una educación inclusiva y equitativa. El diagnóstico identifica áreas de mejora en la accesibilidad, ayudando a crear un entorno más inclusivo. La Guía de estándares para la inclusión es una herramienta clave para evaluar y mejorar la accesibilidad de espacios, servicios y tecnologías en la universidad. El estudio se realizó en una universidad pública, evaluando la accesibilidad en diversas áreas del campus, incluyendo aspectos físicos, sensoriales, cognitivos y digitales. La investigación se basó en la observación diaria de un estudiante con discapacidad física, cuyo testimonio fue esencial para entender las barreras presentes. Además, se involucraron estudiantes y docentes en las evaluaciones. Las Limitaciones del estudio: *Ámbito limitado de participación:* No todos los miembros de la comunidad universitaria participaron, lo que puede haber afectado la representatividad de los resultados y *Enfoque en una sola universidad:* Los resultados no son necesariamente generalizables a otras universidades con diferentes características. A pesar de estas limitaciones, el estudio proporciona una base sólida para identificar áreas de mejora en la accesibilidad y promover la inclusión en el entorno universitario.

METODOLOGÍA

Marco teórico

El sesgo de las minorías a lo largo de la historia se ha reflejado de manera permanente. Las poblaciones que fueron consideradas como parte de una elite fueron catalogadas de manera positiva por su fuerza, belleza, casta y poder adquisitivo. La segregación ha sido marcada por ser indígena, de bajos recursos económicos, con preferencias de su mismo sexo, y por supuesto las personas con discapacidad; provocando desigualdad, prejuicios, discriminaciones que se han reflejado en la humanidad (Cruz Vadillo y Casillas Alvarado, 2017). No significa que ser humanos seamos seres conscientes.

Esto conllevo que las propias Instituciones de Educación Superior (IES) provocaran un cierre a todas las personas que no presentaran una condición de “normalidad” (Victoria Gámez Ricardi, 2022). Con propuestas de leyes y tratados internacionales se ha restructurado el acceso a personas con discapacidad desde los años 70´s del siglo pasado hasta concluir su bachillerato; dejando al relieve que aún no estamos preparados (Cruz Vadillo y Casillas Alvarado, 2017). Se debe reconocer que un trabajo continuo se ha realizado. Una investigación presentada por Cortés F. realizó un estudio de investigación en Universidades que poseen programas que abren su atención a estudiantes con algún tipo de discapacidad; un total de cuarenta y ocho programas de distintas Universidades en doce países latinoamericanos (Cortés, 2015).

En lo que respecta a México se ha encontrado que a partir de la Declaración de Yucatán que presenta los derechos de las personas con discapacidad garantizando la igualdad de oportunidades (Universidad Autónoma de Yucatán [UADY], 2008). varias Instituciones se sumaron en la colaboración, siendo doce instituciones que ofrecen programas con apoyo a personas con discapacidad algunas de ellas con acciones específicas y concretas y otras de manera incipiente y fluctuante. En la última década, el Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020 de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), titulado «Inclusión y educación: Todos y todas sin excepción», destaca de manera enfática la necesidad urgente de intensificar las acciones para garantizar sistemas educativos inclusivos. Este informe subraya que, lejos de reducirse, las brechas de desigualdad educativa continúan ampliándose en diversas regiones del mundo (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2020).

Algunos continentes han avanzado más en el tema de la Inclusión entorno a las Universidades. El foro Europeo de la Discapacidad ha luchado por la inclusión social de las personas con discapacidad, atendiendo a través: de la creación de esta *Guía de Estándares para la Inclusión de Estudiantes con Discapacidad* mismo estudio que se realizó en esta Investigación. La creación de una *Red Europea de Universidades* que trabajan por la inclusión del estudiantado con discapacidad (Red de universidades europeas inclusivas) y la creación de *Talleres y Material Didáctico* que faciliten la formación docente para el profesorado en materia de inclusión y finalmente la creación de una Plataforma Web de Universidades Participantes de la Red, para facilitar información útil al estudiantado universitario con discapacidad con interés en participar en algún programa de movilidad (Co-funded by the Erasmus + Programme of the European Union, 2019).

Procesos de recolección de los datos

Se evaluaron cinco indicadores clave relacionados con la accesibilidad en la universidad, que abarcan aspectos como la accesibilidad de edificios y espacios (sensorial y cognitiva), transporte accesible, accesibilidad digital y recursos de apoyo para estudiantes con discapacidad. Para recolectar los datos, se realizaron evaluaciones cuantitativas tanto por los responsables de los departamentos como por los estudiantes, complementadas por observaciones directas. En particular, la participación de una estudiante con discapacidad física proporcionó información valiosa sobre su experiencia en el campus, ayudando a identificar barreras y áreas problemáticas de accesibilidad. Los datos obtenidos fueron utilizados para diagnosticar el estado actual de la accesibilidad universitaria en función de los indicadores evaluados, identificar las barreras y áreas de mejora en términos de accesibilidad física, sensorial, cognitiva y digital, y generar propuestas para la mejora continua. Esto contribuyó a la creación de un entorno más inclusivo y accesible para los estudiantes con discapacidad, con el objetivo de optimizar la calidad y eficiencia del campus universitario

En la figura 1 se muestra los proyectos de diagnóstico que se ejecutaron para el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes, permitiéndoles analizar fenómenos sociales relacionados con sus instituciones educativas y contribuir a procesos de cambio. Estos estudios evaluativos ayudan en la mejora continua educativa, utilizando tecnologías

de la información y comunicación (TIC) como apoyo para la innovación. Además, fomentan la participación, colaboración y responsabilidad de los participantes, empleando métodos y herramientas de evaluación educativa para mejorar la calidad y eficiencia en las instituciones de educación superior.

Figura 1. *Competencias profesionales que se generan en proyectos de diagnóstico.*

La Guía de estándares para la inclusión de estudiantes con discapacidad aborda la accesibilidad en las universidades, que debe ser garantizada en aspectos físicos, sensoriales, cognitivos y digitales. Esto incluye espacios accesibles, adaptaciones sensoriales (como textos en braille y lenguaje de señas), materiales cognitivos fáciles de entender, accesibilidad digital y recursos de apoyo como intérpretes y tecnologías especializadas. El estudio evaluó estos aspectos a través de cinco indicadores clave relacionados con la accesibilidad. El estudio se realizó en una universidad pública en San Luis Potosí, con una oferta educativa de seis programas y alrededor de seis mil estudiantes.

La universidad tiene un promedio de 30 estudiantes por grupo y cuenta con cerca de 250 docentes con estudios de posgrado, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. *Dimensión, subdimensión e indicador de evaluación de estudio.*

DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	INDICADOR
1.POLÍTICAS BÁSICAS DE LA UNIVERSIDAD	1.1. Accesibilidad	1. Edificios y espacios (sensorialmente accesibles)
		2. Edificios y espacios (cognitivamente accesibles)
		3. Transporte accesible
		4. Accesibilidad digital
		5. Recursos de apoyo para estudiantes con discapacidad

El primer grupo de interés fueron estudiantes de licenciatura entre tercer y quinto semestre de un programa de Ingeniería, con una muestra de cuarenta estudiantes, siendo veintitrés y diecisiete del grupo masculino y femenino respectivamente; en un rango de edad de dieciocho a veinticuatro años de un grupo de clase. El segundo grupo lo conformaron

responsables de área de trabajo dentro del campus. Se contó con la participación de una estudiante con una discapacidad física de su mano derecha de otro grupo de clase del área de Ingeniería del 5to semestre con veintidós años. En la figura 2 se presentan los estudios de valoración en accesibilidad Universitaria.

Figura 2. *Estudios de valoración en accesibilidad Universitaria.*

RESULTADOS

Valoración del responsable de cada área en accesibilidad

Se generó un cuestionario por cada uno de los departamentos que dan servicio a la Universidad, desde el servicio de cafetería, bibliotecas, servicios informáticos, control escolar, apoyo docente, recursos humanos, promoción, etc. La entrevista fue directa con el responsable, dando una explicación breve en cuanto al objetivo del proyecto, así como definición en el tema de accesibilidad para tener un mismo lenguaje de comunicación. Las medidas de evaluación son tres escalas, 1. Menos del 25% son accesibles. 2. Entre el 25% y el 50%. 3. Más del 50% son accesible. Para lograr el estándar, se requiere que en la mayoría de las áreas las medidas deben cumplir entre un 60% y un 80%. Los resultados se resumen en la tabla 2. Los resultados demuestran que, con base a la observación de quien apoya el departamento, se cumple únicamente en edificios y espacios sensorialmente accesibles.

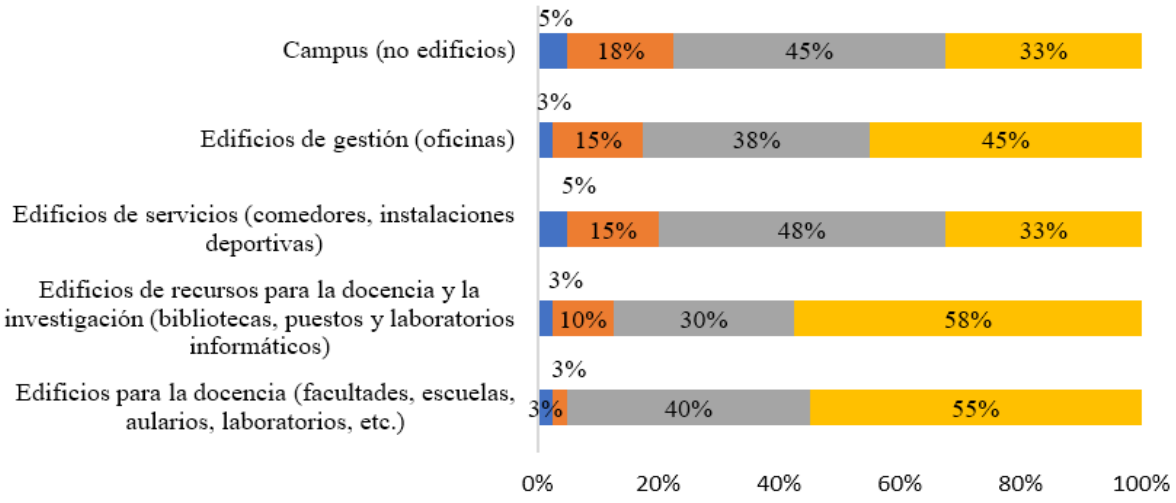
Tabla 2. *Valoraciones de accesibilidad por parte de los responsables de las áreas.*

SUBDIMENSIÓN	INDICADOR	ESTÁNDAR
1.1. Accesibilidad	1. Edificios y espacios (sensorialmente accesibles)	Cumple
	2. Edificios y espacios (cognitivamente accesibles)	No cumple
	3. Transporte accesible	No cumple
	4. Accesibilidad digital	No cumple
	5. Recursos de apoyo para estudiantes con discapacidad	No cumple

Encuesta de valoración de la accesibilidad por parte de los estudiantes

Se realizó un cuestionario con 40 estudiantes del área de ingenierías, cuyos resultados se presentan en las figuras 3 a 7. La figura 3 muestra que los edificios destinados a la docencia y laboratorios tienen un 55% de accesibilidad alta, mientras que los edificios del campus y servicios presentan porcentajes más bajos. El artículo "Effect of accessing supports…" señala que la falta de accesibilidad puede excluir a los estudiantes, limitando su participación y éxito académico (Newman et al., 2021). Además, el 58% de los edificios destinados a recursos para la docencia tienen accesibilidad baja o media, lo que indica barreras significativas en el aprendizaje y participación. La figura 4 muestra un análisis de la accesibilidad cognitiva en diferentes edificios del campus. Se observa que el 40% de la percepción de accesibilidad es alta, y los edificios destinados a la docencia, como facultades y laboratorios, tienen un 43% de accesibilidad alta, lo que refleja que, aunque existe reconocimiento, aún persisten desafíos para mejorar la inclusión.

Figura 3. *Indicador 1. Los edificios y los espacios son física y sensorialmente accesibles.*



Las figuras 5 y 6 evidencian la situación actual de la accesibilidad en la universidad, tanto en el transporte como en el entorno digital. En el ámbito del transporte, se observa que un 43% de los estudiantes encuestados consideran que no tienen un sistema de transporte público adaptado. Esta gráfica presenta un comportamiento de medición inferior en cuanto a las gráficas de accesibilidad de edificios y espacios físicos y cognitivamente accesibles.

Figura 4. *Indicador 2. Los edificios y los espacios cognitivamente accesibles.*

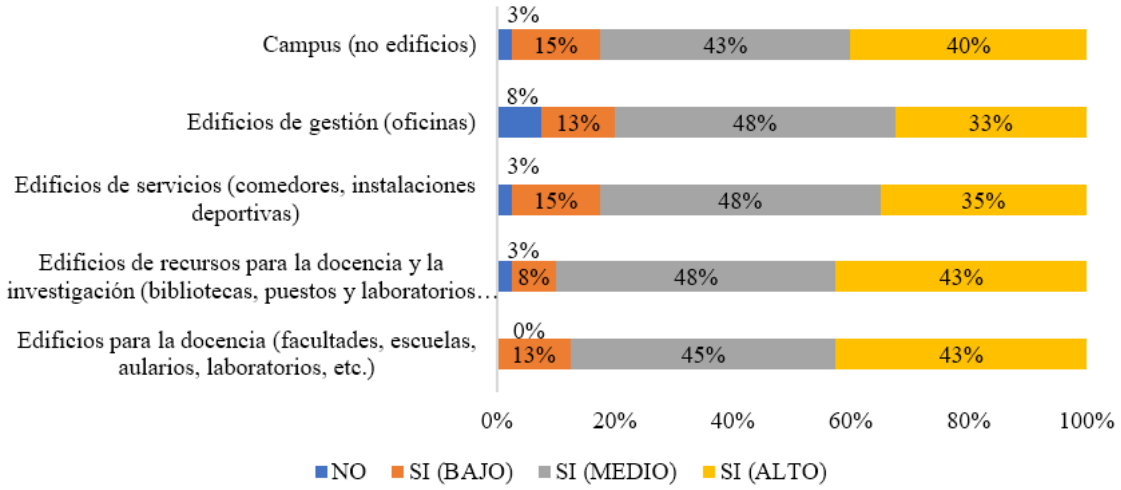
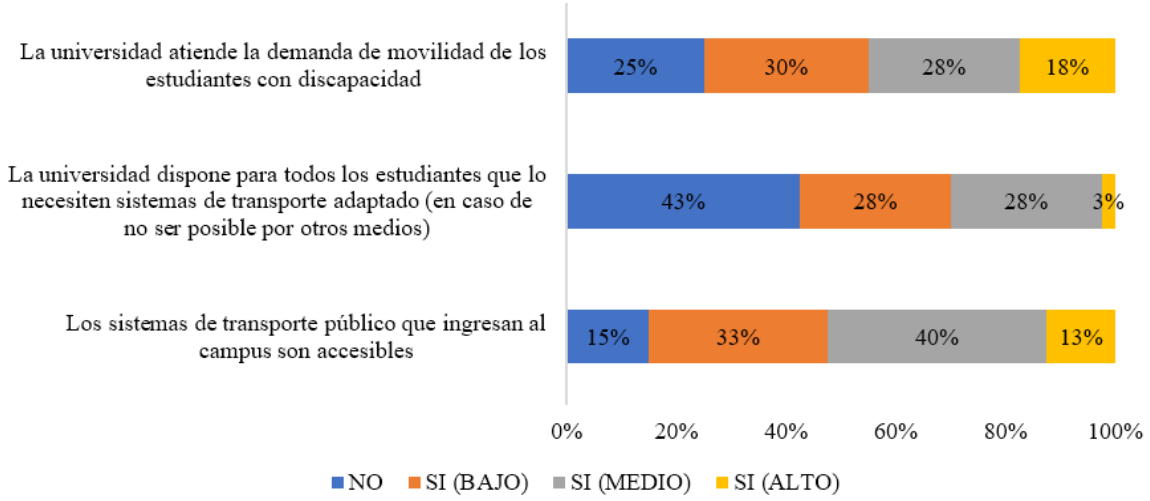


Figura 5. *Indicador 3. Transporte accesible.*



En cuanto a la accesibilidad digital que se ilustra en la figura 6, los datos revelan que un 40% de los usuarios perciben que las páginas web son accesibles, pero solo un 35% opina lo mismo sobre las aplicaciones móviles. Estos resultados subrayan la necesidad de mejorar las infraestructuras y plataformas digitales para garantizar una inclusión efectiva de todos los estudiantes, especialmente aquellos con discapacidad.

En la figura 7 se observa los resultados en recursos de apoyo para estudiantes con discapacidad, tomando tres categorías desde productos de apoyo (PC, Softwares), servicio de intérpretes de lengua de signos y asistentes personales. En comparación a las gráficas anteriores esta gráfica presenta los valores más bajos en sus evaluaciones. Siendo la categoría más baja el servicio de intérpretes de lengua de signo con un 78% de no contar con este apoyo.

Figura 6. *Indicador 4. Accesibilidad digital.*

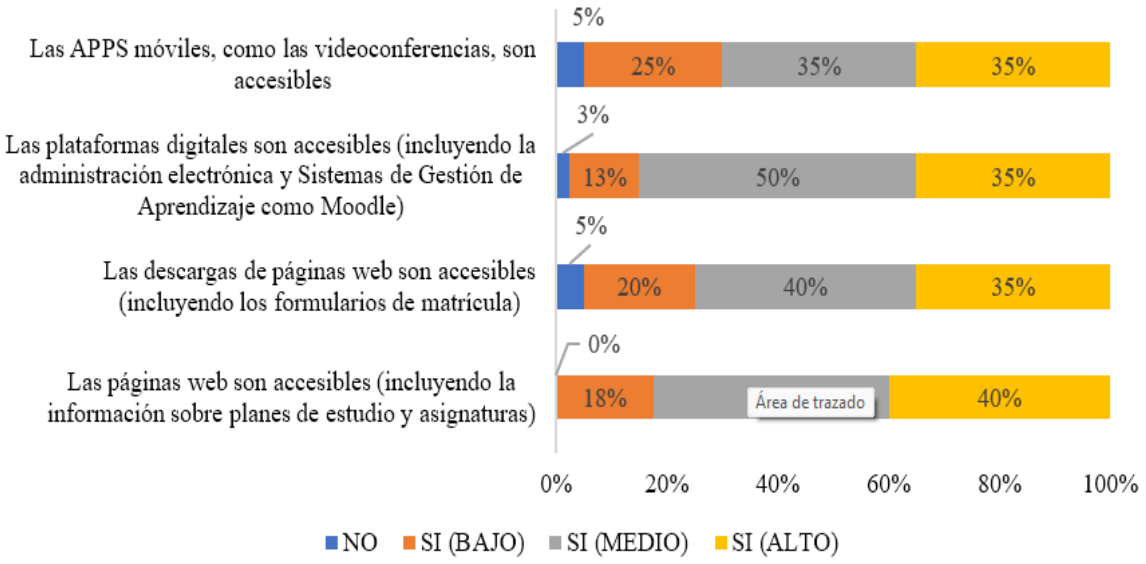
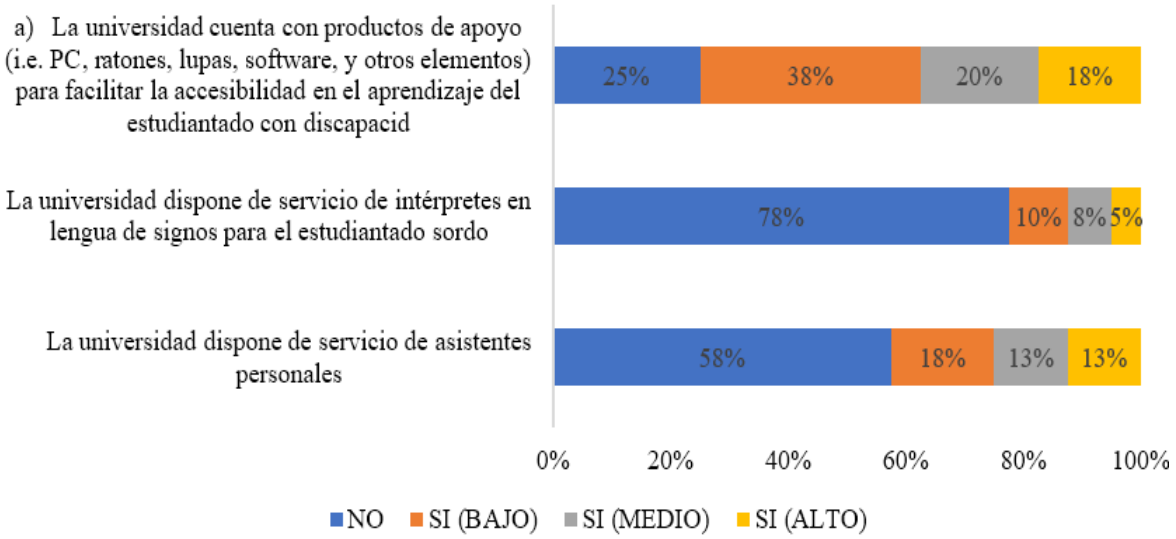


Figura 7. *Indicador 5. Recursos de apoyo para estudiantes con discapacidad.*



Evidencias fotográficas de accesibilidad en el campus

Se realizaron estudios fotográficos como evidencias en el tema de accesibilidad física dentro del campus. Se puede comprobar que, de acuerdo con los responsables en cada área, así como los estudiantes que respondieron la encuesta; confirma que la accesibilidad física cumple con el estándar mínimo para las personas con discapacidad. No obstante, en los otros cuatro indicadores de accesibilidad, los resultados no cumplen con el estándar mínimo de la Guía de estándares para la inclusión de estudiantes con discapacidad, como se observa en la figura 8.

Figura 8. *Evidencias de accesibilidad en espacios físicos en el campus.*

Entrevista semiestructura de accesibilidad con relación a la discapacidad

La entrevista fue parte del cierre de este estudio. La estudiante de ingeniería con discapacidad física enfatiza que las universidades aún no están completamente preparadas para una educación inclusiva, señalando la falta de conocimiento y empatía como principales obstáculos. Destaca que muchas veces, la ayuda no solicitada puede ser vista como discriminación, al no permitir que las personas con discapacidad se valgan por sí mismas. Resalta la importancia de permitir a los estudiantes realizar sus actividades de forma autónoma, y solo intervenir cuando se pida ayuda. Además, menciona que la inclusión debe ir más allá de la accesibilidad física, abogando por una sensibilización integral que fomente el respeto y la igualdad en todos los ámbitos universitarios.

CONCLUSIONES

El estudio ha proporcionado un diagnóstico integral sobre las políticas de accesibilidad en una universidad pública, con el objetivo de promover la inclusión de estudiantes con discapacidad. Los resultados indican que, aunque los accesos físicos a los edificios se perciben en su mayoría como adecuados, con un 43% de percepción positiva sobre la accesibilidad en los espacios destinados a la docencia, persisten barreras significativas que limitan la participación de estos estudiantes. Las barreras más destacadas incluyen deficiencias en los recursos de apoyo y la accesibilidad cognitiva, que obtuvieron puntuaciones considerablemente más bajas. Esto señala la necesidad urgente de mejorar estos servicios. Además, se identificó una falta de preparación y empatía en el trato hacia las personas con discapacidad, lo que resalta la importancia de implementar programas de sensibilización y formación para el personal académico y administrativo. Las preguntas de investigación planteadas en el estudio se responden con estos hallazgos:

1. Las principales barreras de accesibilidad identificadas incluyen limitaciones en los recursos de apoyo y accesibilidad cognitiva, además de la falta de preparación del personal para atender adecuadamente a los estudiantes con discapacidad.

2. La Guía de estándares para la inclusión ha mostrado ser efectiva en la evaluación de la accesibilidad, pero se requiere de políticas adicionales para mejorar los servicios y fomentar una mayor sensibilización y formación dentro de la institución.

En resumen, el estudio proporciona una visión clara de la situación actual de la accesibilidad en el campus y establece un marco para futuras intervenciones que favorezcan una educación inclusiva. Se recomienda priorizar la formación en accesibilidad, mejorar los recursos de apoyo y crear un sistema de monitoreo continuo para evaluar el progreso en la inclusión de estudiantes con discapacidad.

BIBLIOGRAFÍA

Co-funded by the Erasmus + Programme of the European Union. (2019). *Producto Intelectual 1: Guía de estándares para la Inclusión de estudiantes con Discapacidad en la Universidad*. https://www.uam.es/uam/media/doc/1606859058297/guia-de-estandares-para-la inclusion-de-estudiantes-con-discapacidad-en-la-universidad.pdf

Cortés, F. (2015). *Universidad y discapacidad: hacia una realidad incluyente en el marco internacional latinoamericano*. UNAM, México.

Cruz Vadillo, R., y Casillas Alvarado, M. Á. (2017). Las instituciones de educación superior y los estudiantes con discapacidad en México. *Revista de La Educación Superior*, *46*(181), 37–53. https://doi.org/10.1016/j.resu.2016.11.002

Universidad Autónoma de Yucatán (2008). *Declaración de Yucatán Sobre los derechos de las personas con discapacidades en las Universidades.* https://www.reddu.org.mx/documentos/DECLARACION_YUCATAN.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). *Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020: Inclusión y educación: Todos y todas sin excepción*. https://doi.org/10.54676/WWUU8391

Newman, L. A., Madaus, J. W., Lalor, A. R., Javitz, H. S. (2021). Effect of accessing support on higher education persistence of students with disabilities. *Journal of Diversity in Higher Education*, *14*(3), 353–363. https://doi.org/10.1037/dhe0000170

Victoria Gámez Ricardi. (2022). *Resiliencia en Docentes Con Estudiantes Universitarios con Discapacidad: Caso Unidad Académica de Trabajo Social y Ciencias para el Desarrollo Humano*. [tesis doctoral, Universidad Autónoma de Tamaulipas]. https://riuat.uat.edu.mx/handle/123456789/2342

GRUPOS DE ALUMNOS ATENDIDOS, EN FORMA INTERDISCIPLINARIA, POR GRUPO DE DOCENTES

GROUPS OF STUDENTS SERVED INTERDISCIPLINARILY BY A GROUP OF TEACHERS

E. Munguía Balvanera[1]
R. E. Hernández Jiménez[2]

RESUMEN

El presente documento está orientado a compartir la experiencia adquirida en la primera implementación un programa de intervención para abatir el índice de deserción de alumnos universitario de primer ingreso, en el cual un grupo de maestros brinda atención a grupos de alumnos. Antes del inicio del semestre 2023-2 se coordinaron cuatro docentes, quienes impartirían catedra a todos los alumnos de este estudio, para atender sus asignaturas con un temario integrado, y definir los instrumentos de aprendizaje, las acciones para aplicarlos y los apoyos de software. Se propone que, con este enfoque interdisciplinario, el trabajo grupal de los maestros incide para promover el trabajo grupal de los alumnos, mejorar su aprendizaje y disminuir el índice de deserción. Se presentan los resultados donde se redujo a la mitad el índice de deserción, del 40% en cohortes anteriores al 20% en la generación 2023-2. Se comentan las actividades que se realizaron en el aula y las complementarias. Este nuevo enfoque, sin embargo, requiere de un Plan Estratégico para aplicarlo, pues demanda competencias específicas de la Institución y de los maestros para impulsar el proceso educativo integral del estudiante de ingeniería.

ABSTRACT

This work aims to share the experience gained from the first implementation of an intervention program designed to reduce the dropout rate among first-year university students, in which a group of teachers provide support to student groups. Before the start of the 2023-2 semester, four teachers—who would give lectures to all the students in this work—coordinated their efforts to teach their subjects using an integrated syllabus, defining learning tools, the actions for their implementation, and software support. It is proposed that, with this interdisciplinary approach, the collaborative work of teachers helps promote group work among students, improve their learning, and reduce the dropout rate. Results show that the dropout rate was reduced by half, from 40% in previous cohorts to 20% in 2023-2. The classroom and complementary activities carried out are discussed. However, this new approach requires a Strategic Plan for its implementation, as it demands specific competencies from both teachers and the institution to drive the comprehensive educational process of engineering students.

ANTEDENTES

El Plan de Desarrollo de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (Narváez Osorio, 2020) marca en sus ejes la Calidad en los Programas Educativos diferentes planteamientos, uno de ellos son las aspiraciones institucionales sobre los Programas Educativos (PE). En este documento se toca el PE de Ingeniería Civil. Para los profesores y los estudiantes, en los próximos años, el eje es la Política de Calidad Académica (PCA) es, con base en, "Promover una oferta educativa de calidad, en apego a la igualdad, la equidad, el acceso, la compensación, movilidad escolar y social", así como "Favorecer acciones para lograr una cobertura con equidad y calidad con enfoques renovados de educación, evaluación y acreditación que reduzca las brechas geográficas, culturales, económicas y políticas en beneficio de la población". Otro elemento es el "Promover la actualización de los PE de

[1] Profesor investigador. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, emmanuel.munguia@ujat.mx
[2] Profesora investigadora. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, rosa.hernandezj@ujat.mx

pregrado, con calidad y pertinencia, acorde a la política educativa nacional, a los organismos acreditadores internacionales, y a las tendencias educativas del contexto global."

Para la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y la División Académica de Ingeniería y Arquitectura (DAIA), la Calidad en la Educación es el eje más importante, sin descuidar los demás, los estadísticos indican que es un área de oportunidad.

En la Tabla 1 se muestra un promedio de deserción anual de entre el 30 y 45%. Alto índice de reprobación, de deserción y baja eficiencia terminal (UJAT. Dirección General de Planeación y Evaluación Institucional, 2023). En dicho informe se hacen las siguientes Conclusiones y recomendaciones:

Tabla 1. *Principales indicadores de la matrícula de Ingeniería Civil.*

PROGRAMA	Promedio deserción por año	Promedio de reprobación	Promedio de deserción por cohorte a 7 años	Promedio de egresados titulados por cohorte a 7 años	Promedio de egresados no titulados por cohorte a 7 años	Promedio de alumnos que no concluyen sus estudios por cohorte a 7 años	Eficiencia terminal (egreso con o sin título) por cohorte a 7 años
	De 2016 a 2020		Cohortes 2012, 2013, 2014, 2015, 2016				
Ingeniería Civil	31.40%	65.00%	43.50%	15.70%	19.00%	21.80%	34.70%

Implementar estrategias para sostener la matrícula, realizar diagnósticos que permitan tener más información sobre: Causas del bajo ingreso, alta deserción y reprobación, Causas de la baja titulación de egresados y matricula vencida.

En términos generales se buscan estrategias emergentes para:

Sostener la demanda de los programas; Abatir el alto índice de deserción; Poner atención en el alto índice de reprobación; Poner énfasis en promover la titulación.

Para resolver los retos anteriores se propone organizar un equipo de trabajo que inicie la atención del primer semestre de PE de Ingeniería Civil (IC). Equipo formado por los maestros que atienden las asignaturas del primer semestre.

Trabajo en equipo

La dinámica del trabajo en equipo es un proceso social y psicológico que implica la interacción entre personas para lograr objetivos comunes. Es un aprendizaje que incluye discusión y acción, basado en experiencias vividas desde la propuesta hasta el logro del objetivo. Este proceso fortalece los vínculos entre docentes y fomenta el desarrollo personal a través de la expresión libre.

El desarrollo de la autonomía en maestros y estudiantes es crucial para mejorar sus estructuras lógicas y de aprendizaje, según Piaget (2005). Este proceso requiere una base moral vinculada a estructuras lógicas e intelectuales avanzadas.

Trabajo en equipo de los docentes

El equipo docente incluye profesores de diversas antigüedades y especializaciones que colaboran en varios grupos de clases. Para formar el equipo, es esencial compartir intereses y tener confianza mutua. La afectividad también es crucial.

Piaget argumenta que las cuestiones afectivas están estrechamente vinculadas con las intelectuales, y afirma que "el amor es comprensión". En la construcción del conocimiento, lo más importante es la relación entre objetos e individuos, y coordinar diferentes puntos de vista es más relevante que el punto de vista individual (Piaget, Inteligencia y afectividad, 2005).

En el trabajo en equipo, no es necesario que todos estén presentes para realizar las actividades. La tarea puede tener fases de concentración individual y colaboración efectiva. Ambos aspectos son complementarios. El trabajo en equipo es tan solidario que puede ser difícil decir si el docente ha adquirido una capacidad de reflexión para coordinar sus acciones con las de los demás. Hay un progreso en la socialización de la actividad docente que refuerza el pensamiento por interiorización.

El docente adquiere la capacidad de cooperación al definir claramente su punto de vista y distinguirlo de los demás para realizar una coordinación con el objetivo y las acciones necesarios para alcanzarlo. Incluso cuando su propuesta no es adoptada por el equipo, posee la habilidad de esperar para discutir y hacer correcciones al equipo o autocorregirse si es necesario.

El tema en cuestión se refiere a las "Experiencias y recomendaciones en la formación de ingenieros", centrándose en la experiencia del grupo de docentes trabajando en equipo y atendiendo a grupos de alumnos. Esta experiencia destaca la importancia de las competencias blandas para mejorar el desempeño del futuro ingeniero. Las competencias blandas se definen como el conjunto de habilidades interpersonales que facilitan el trabajo y las relaciones con los demás, incluyendo habilidades relacionadas con las emociones, el pensamiento crítico, la movilidad del liderazgo según las tareas, la resiliencia y una actitud positiva hacia el cambio.

El problema es la baja frecuencia de trabajo en grupo de los maestros en la cátedra.

El objetivo es proponer un modelo de intervención con estrategias para apoyar los objetivos educativos del PE de IC para reducir la deserción, ya que este índice afecta varios aspectos de la mejora de la cátedra.

La pregunta clave es si el trabajo en equipo impulsa a los docentes a reflexionar, debatir y acordar criterios pedagógicos de manera continua.

Cuando los docentes demuestran, en la práctica, que trabajan en equipo, promueven esta forma de trabajo entre sus estudiantes. Esto fortalece el aprendizaje de los alumnos a través del trabajo colaborativo, como lo menciona Hernández (2024).

Las limitaciones del grupo experimental pueden incluir la posibilidad de que algunos maestros, o ninguno, desee trabajar en grupo.

La utilidad se manifestará en la optimización del conocimiento y las pautas de conducta tanto de los maestros como de los alumnos, promoviendo el trabajo en equipo.

METODOLOGÍA

Se destaca la relevancia del trabajo en equipo y la colaboración, tanto entre los maestros como entre los estudiantes. La propuesta invita a los docentes que enseñan la asignatura en el primer semestre a participar activamente.

El marco teórico de esta propuesta se basa en la teoría de Piaget, concretamente en la epistemología genética y el constructivismo. Se utilizan elementos de esta teoría para comprender cómo se desarrolla el conocimiento y cómo se colabora entre los integrantes. No obstante, esto no implica que todos los docentes manejen la teoría explícitamente; en la práctica diaria, los docentes asimilan acciones y evalúan su éxito o fracaso sin necesariamente tomar conciencia de los fundamentos teóricos subyacentes (Piaget, La toma de conciencia, 1981). La herramienta metodológica empleada es la investigación-acción, la cual sirve como base para generar espacios de diálogo y reflexión sobre el proyecto, según indica Colmenares (2008).

El trabajo en equipo de los profesores del primer semestre es tanto multidisciplinario como interdisciplinario, aplicando la transversalidad educativa con el objetivo de optimizar el aprendizaje de los estudiantes. La cooperación basada en la confianza entre los docentes no solo abarca el conocimiento científico, sino que también incluye habilidades blandas como la comunicación, las relaciones interpersonales, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas.

Temario integrado

En el primer paso se establecen las 16 semanas del calendario escolar, numeradas del 1 al 15, y la última semana se destina a trabajos finales. El siguiente paso es establecer una base de datos que contenga los siguientes campos: *Semana, Tema, Asignatura, Progresión Didáctica, Atributo y Módulo*.

Tema: se refiere al tema o los temas que serán abordados en una semana específica para cada asignatura. Se presentan todos los temas de todas las asignaturas con el fin de establecer un marco común, permitiendo que estos temas compartan puntos en común entre la mayoría de las asignaturas.

Asignatura: La asignatura es la materia que contiene el tema. Se puede proponer una reestructuración del orden de los temas de la asignatura con el fin de proporcionar un enfoque integral para la semana correspondiente.

Progresión Didáctica: La Progresión Didáctica se refiere al modelo que describe cómo se prevé que evolucionen las ideas y los enfoques de pensamiento de los estudiantes. Este enfoque se adapta a medida que avanzan en sus estudios, abordando el concepto desde diversas disciplinas académicas.

Atributos: Los atributos son las competencias establecidas en la licenciatura de ingeniería civil. La Academia de Ingeniería Civil retoma los saberes recomendados por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI); en dicha organización se definen siete grandes atributos. La Academia de IC los describe con sus rúbricas y sub-rúbricas. Estas competencias deben cumplir con los requisitos de los organismos acreditadores.

Módulo: Los módulos están divididos en dos áreas correspondientes al conocimiento de la asignatura. Los módulos son dos: el de Básicas y el de Naturales y Sociales. En el módulo de Naturales y Sociales se utiliza un lenguaje formal, técnico e icónico para expresar e interpretar ideas y sentimientos en diferentes audiencias y contextos, tanto oralmente como por escrito. Para Naturales se incluye el conocimiento de la flora y fauna de la región. En el Módulo de Básicas se emplea la estrategia didáctica del Aula Invertida y el Aprendizaje para el Dominio, además de preparar material didáctico como si la materia se impartiera en modalidad a distancia.

Para el estudio independiente, además del material didáctico, se sugiere usar la plataforma de Khan Academy o similar para Matemáticas, Química y Física. El grupo docente decide las asignaturas, temas y fechas de entrega.

Aprendizaje para el Dominio

El Aprendizaje para el Dominio se basa en un aprendizaje personalizado y autodirigido, asegurando que cada estudiante reciba el contenido adecuado en el momento preciso. Este método (Khan Academy, 2025) permite a los estudiantes practicar habilidades repetidamente hasta dominarlas antes de aprender nuevas.

Todos los actores están en constante aprendizaje. Los docentes no se limitan a su asignatura; pueden asesorar sobre cualquier tema durante las clases, especialmente en el bloque de Básicas. El docente debe estar preparado para ofrecer una experiencia de aprendizaje integral. Además, se implementa el aprendizaje en espiral, abordando temas de los bloques de Básicas, Humanidades y Naturales. Asimismo, en el salón de clases pueden estar presentes dos o más docentes del grupo de trabajo con el propósito de comentar y observar la interacción de los alumnos y del maestro con los alumnos.

No se espera que el maestro tenga todo el conocimiento o habilidades. Debe dar comentarios significativos sobre el progreso de los estudiantes y sugerir recursos para mejorar. Los estudiantes pueden usar herramientas de Inteligencia Artificial (IA), pero deben verificar si los resultados son coherentes con la realidad e interpretarlos correctamente, como menciona Rocha (2024).

Aula Invertida

Propone que los alumnos estudien y preparen el contenido fuera de clase, para que en el aula realicen actividades y tareas. Esto fomenta la participación estudiantil, mientras que el docente actúa como asesor. Este método permite incluir a estudiantes como mentores y a maestros observando y asesorando. La intención es fomentar la colaboración entre alumnos. Los profesores deben formar un equipo sólido y aplicar sus mejores recursos de enseñanza-aprendizaje (Servicio de Innovación Educativa de la UPM, 2020).

La innovación puede incluir temas que no están en los temarios formales, pero que son solicitados por los grupos de interés y los atributos de egreso de los correspondientes organismos.

RESULTADOS

Reducción del índice de deserción

La Tabla 2 muestra que el índice de deserción disminuyó en la cohorte del Grupo Piloto 2023-02 en comparación con otras cohortes. Este grupo abarca de agosto a febrero 2024. En el primer semestre de 2025, los estudiantes están en el 4º ciclo. El desempeño óptimo se alcanza al terminar la licenciatura en 4 años. Solo el Grupo Piloto logró un 8% de desempeño óptimo.

La deserción bajó del 40% al 20% y mejoró el rendimiento académico, además se redujo el número de estudiantes irregulares.

En relación con la Metodología de Intervención, el principal logro ha sido superar los enfoques conservadores y establecer un grupo de maestros dedicados a atender a un grupo de alumnos, como se observa en la figura 1.

Tabla 2. *Comparativo de las diferentes cohortes de estudiantes de ingeniería civil.*

Cohorte	Ciclos cursados	Total ingreso	% retención	Posible terminar en 4 años
2021-02	7	145	63%	0
2022-02	5	162	66%	0
2023-02	3	145	82%	12

Figura 1. *Evaluando los prototipos de los alumnos con la presencia de 3 docentes.*

Elaboración del temario integrado

Para completar la base de datos de los temas para el grupo piloto, se elabora una propuesta inicial como borrador por dos o más maestros. Este grupo reducido de docentes, familiarizado con las asignaturas del primer semestre, establece un orden lógico para los temas y propone la progresión didáctica, el atributo y el módulo al cual pertenece cada tema.

Ejemplo de progresión didáctica

Si la progresión didáctica incluye leyes y axiomas, esta progresión será atendida por los docentes en la semana indicada o cercana a ella según la base de datos previamente elaborada. Por ejemplo, los axiomas de campo y de igualdad en Matemáticas, las leyes de Newton en Física, las leyes parlamentarias desde Derechos Humanos, la sintaxis desde Comunicación Escrita, los comandos en Word desde TICs. La intención de la Progresión Didáctica es ser atendida para proporcionar una visión multidisciplinaria e interdisciplinaria.

Atributos

El CACEI proponen que los ingenieros desarrollen siete atributos, integrados en las actividades estudiantiles según las necesidades pedagógicas. Aunque no se logró evaluar continuamente estos atributos en el primer Grupo Piloto, los resultados al final del semestre mostraron avances.

Módulos

Para IC, los temas se dividen en dos módulos: Asignaturas Básicas y Asignaturas Naturales y Sociales. Los docentes de estos módulos planifican las actividades semanales y evalúan el rendimiento de los alumnos. Los maestros se comunicarán constantemente para atender las necesidades de aprendizaje, especialmente dentro de cada módulo. El Módulo de Sociales y Naturales incluye tres asignaturas: Comunicación Oral y Escrita (COE), Habilidades del Pensamiento (HP) y Derechos Humanos (DHSYMA), para los grupos de ingeniería civil del primer ciclo.

Para abordar los temas del bloque de Básicas, se programan actividades y materiales didácticos siguiendo el modelo de Educación a Distancia y se utiliza la Plataforma

Institucional para distribuir dichos materiales a los estudiantes, así como cualquier otro recurso necesario. Sin embargo, a diferencia de la Educación a Distancia, se brinda asesoría a los estudiantes en el aula, asegurando que nunca queden desatendidos en las diversas actividades asignadas.

La computadora es una herramienta importante para los estudiantes, aunque muchos solo tienen celulares inteligentes. El celular se utiliza principalmente para el aprendizaje, sin descartar la computadora. El internet también es vital para aprender. Las actividades que requieren internet se programan para casa y se revisan en clase. La propuesta es que los estudiantes investiguen en internet desde sus casas.

Los estudiantes entregaron sus trabajos de manera regular, y se elabora un reporte de avance cada 5 semanas utilizando la estrategia de Aprendizaje para el Dominio. Esta estrategia se basa en la creencia de que todos los estudiantes pueden aprender si se les proporciona el tiempo y el entorno de aprendizaje adecuados. En la técnica del Aprendizaje para el Dominio, se conceden pausas de tiempo necesarias. Por ello, al igual que en la Educación a Distancia, se suben todas las actividades del bloque básico por un intervalo de tiempo extenso, en este caso 5 semanas. Durante estas 5 semanas, se asesora a los estudiantes sobre cómo resolver sus actividades y avanzar en cada sesión de clase.

En el modelo de Aprendizaje para el Dominio, se aborda cada concepto necesario. Se comienza con temas de aritmética según las necesidades del estudiante. Para los estudiantes avanzados, se sugieren actividades adicionales como participar en clubes de ciencias, de lectura, de teatro y otras actividades extracurriculares, para desarrollar sus competencias.

Se recomienda usar aplicaciones móviles, como Calculadora Científica HIPER, GeoGebra, Math de Inteligencia Artificial y Khan Academy, para el autoaprendizaje. Se sugiere optar por softwares disponibles en el celular.

CONCLUSIONES

Los Instrumentos Personalizados (material elaborado por docentes participantes en el Grupo Piloto y utilizado en Educación a Distancia), las asesorías en el aula con uno o más docentes simultáneamente, los mentores (estudiantes de ciclos avanzados) y la formación de alumnos agrupados según sus intereses fueron factores que contribuyeron al desempeño del Grupo Piloto.

La Figura 2 muestra el teatro en atril representado por las alumnas del Grupo Piloto, que describe el comportamiento del acosador hacia la acosada. Los alumnos de primer semestre organizaron todo el evento, con los maestros actuando solo como orientadores.

Figura 2. *Estudiantes de primer semestre presentando teatro en atril relacionado con el acoso de género.*

Otros grupos organizaron talleres de divulgación sobre hidrología, estructuras, geotecnia y el conocimiento de las plantas del entorno.

Este modelo subraya la atención objetiva hacia las competencias requeridas por el CACEI. Finalmente, los alumnos llevaron a cabo actividades extracurriculares que contribuyeron significativamente a su formación integral.

El Modelo requiere un cambio administrativo aún no logrado y una actitud colaborativa del docente, que demanda esfuerzo adicional. Los alumnos mostraron confianza y entrega, sorprendiendo gratamente a los maestros del Grupo piloto.

BIBLIOGRAFÍA

Colmenares E., A. M., & Piñero M., M. L. (2008). La investigación acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas. *Revista de educación*, 96-114.

Hernández García, V., González Mina, D., Hernández García, P., & Hernández García, V. (2024). El fortalecimiento de la enseñanza a través de la colaboración y el intercambio de experiencias. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 616-624.

Khan Academy. (11 de feb de 2025). *khanacademy.org*. https://es.khanacademy.org/about: https://es.khanacademy.org/about

Marcolli, A. (1978). Teoría del campo. Sansoni.

Narváez Osorio, G. (2020). *Plan de Dessrrollo Institucional 2020-2024.* Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Justo Sierra.

Piaget, J. (1981). *La toma de conciencia.* Buenos Aires: Ediciones Morata.

Piaget, J. (2005). *Inteligencia y afectividad.* Buenos Aires: Aique.

Rocha Duran, Y., Roméro Ángeles, B., & Rojas Castrejón, Y. (2024). Plataforma de asesoría matemática para estudiantes del primer semestre en ingeniería. *Revista electrónica ANFEI Digital*, 361-369.

Servicio de Innovación Educativa de la UPM. (1 de jul de 2020). *Universidad Politécnica de Madrid.* Servicio de Innovación Educativa de la UPM: https://innovacioneducativa.upm.es/sites/default/files/guias/FlippedClassroom.pdf

UJAT. Dirección General de Planeación y Evaluación Institucional. (2023). *Análisis del comportamiento de Matrícula, Deserción, Reprobación, Eficiencia Terminal y Titulación de las Divisiones Académicas: DAIA.* Villahermosa: UJAT.

APLICACIÓN DE MÚLTIPLES EXÁMENES COMO ESTRATEGIA DE EVALUACIÓN Y APRENDIZAJE: UNA PRUEBA PILOTO

MULTITEST APPLIANCE LEARNING AND ASSESSMENT STRATEGY: A PILOT STUDY

L. H. Arellano Ulloa[1]
J. F. Duarte Martínez[2]
L. A. Guerrero Chávez[3]
M. J. Gómez Correa[4]

RESUMEN

El presente estudio basado en el enfoque por competencias aborda la estrategia de aplicación de exámenes de recuperación en repetidas ocasiones, para incrementar el aprendizaje de los estudiantes y la retención de información; por medio de instrumentos que miden el desempeño. La finalidad de aplicar múltiples exámenes es dar retroalimentación constante a los estudiantes, para incrementar el aprendizaje y reducir los índices de reprobación y deserción. La prueba piloto hace un comparativo entre grupos de un profesor que han sido evaluados bajo el esquema tradicional de aplicación de exámenes de recuperación, conocidos como exámenes de segunda oportunidad; contra los grupos del mismo profesor que fueron evaluados con la estrategia propuesta. También se muestra un comparativo de grupos con diferentes profesores que no utilizaron la estrategia y el profesor que si utilizó la estrategia. A pesar de que no hubo un experimento, los resultados sugieren que la reprobación y la deserción disminuyen notablemente, principalmente por que se le da retroalimentación más inmediata al estudiante, ayudando a corregir sus conocimientos, retener la nueva información y poder ser reevaluados. Se invita a repensar la concepción y uso de los exámenes, como un instrumento de aprendizaje, no solo para evaluación.

ABSTRACT

This research is based on the competences aproach, using as a strategy assessing students in multiple times, to increase students learning and information retention; used as an instrument that measures development. The purpose of multiple test application is to give constant feedback for students, increasing learning, therefore failure and dropout rates can be decreased. The pilot makes a comparison among groups from the same teacher using the regular strategy of appling second chance test; against groups using the proposed strategy. The study also includes a comparison among professors that didn´t use the strategy against the professor using the proposed strategy. Even though there is no experiment, results sugest the decreasing of failure and dropout rates, most of all attributed to the feedback given to the students so they can correct their knowledge, retain new information and then take another test. An invitation to reconsider the way tests are conceived and used by teachers, as a learning instrument, leaving the idea of a test only seen as an assessment.

ANTECEDENTES

Actualmente, un problema en el Instituto Tecnológico de Chihuahua es la alta reprobación y deserción en la materia de Cálculo diferencial de las diferentes ingenierías que se ofertan. Diversos estudios han abordado esta problemática, proponiendo estrategias de evaluación y metodologías didácticas innovadoras para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

[1] Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Chihuahua. luis.au@chihuahua.tecnm.mx
[2] Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Chihuahua. jesus.dm@chihuahua.tecnm.mx
[3] Profesor de tiempo completo. Instituto Tecnológico de Chihuahua. luis.gc@chihuahua.tecnm.mx
[4] Profesora de asignatura. Universidad Autónoma de Chihuahua. mgomezm@uach.mx

Se puede observar en una investigación hecha en el Instituto Tecnológico de Chihuahua, referente a los factores de reprobación y deserción de la materia de Calculo Diferencial, que se realizó mediante entrevistas telefónicas a estudiantes que abandonaron una investigación previa, se identificaron factores que contribuyen a estos fenómenos, tales como deficiencias en conocimientos previos, dificultad de los exámenes y de la materia, desafíos en la transición de la educación media superior a la superior, y la necesidad de compaginar estudios con trabajo. En los resultados se puede apreciar que los estudiantes abandonan la materia a medio curso, ya que es cuando las gráficas por unidad reprobada disminuyen (Arellano, et al., 2024).

La complejidad de la interacción de múltiples factores en el proceso de aprendizaje es la que hace difícil reducir los índices de reprobación y deserción, especialmente en materia de Matemáticas. La heterogeneidad de los grupos presenta una amplia variedad de condiciones de un estudiante a otro y de un profesor a otro. La desigualdad esas condiciones es visibilizada al evaluar a todos los estudiantes con la misma cantidad de oportunidades.

El objetivo de reducir los índices de reprobación y deserción, implementando en este estudio una prueba piloto de múltiples evaluaciones formativas para hacer una comparación entre las medias, para verificar si dicha estrategia presenta diferencias significativas contra los grupos que no recibieron este tratamiento, para así propiciar la continuidad de los estudiantes en el curso, dar retroalimentación inmediata a los estudiantes, progresar en el aprendizaje y reducir las condiciones de desigualdad.

Las preguntas de investigación que surgen son ¿Existe una diferencia significativa entre los grupos a los que se les aplica el tratamiento de múltiples evaluaciones formativas y los grupos que no reciben el tratamiento? Al comparar los grupos ¿los índices de reprobación y deserción son más bajos en el grupo tratamiento de múltiples evaluaciones formativas?.

METODOLOGÍA

Como parte de la construcción del estado del arte, se identificaron algunas investigaciones que han implementado estrategias orientadas a reducir los índices de reprobación y deserción. Algunas orientadas al contenido que el estudiante aprende y cómo este se relaciona con lo que ya sabe, otras con como se muestra dicho contenido y otras a las formas de evaluar.

Es fundamental reconocer que la falta de conocimientos previos en matemáticas es una de las principales causas del alto índice de reprobación en Cálculo Diferencial. Por lo tanto, es esencial implementar estrategias de apoyo que aborden estas deficiencias, proporcionando a los estudiantes las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos académicos en sus estudios de ingeniería. Tal es el caso que se menciona por Arellano, et al., (2015), donde se presentan los conocimientos previos como un determinante principal del desempeño académico debido a la alta correlación de ambas variables.

Una herramienta útil, es la identificación de las habilidades algebraicas de los estudiantes, ya que es esencial para su éxito en cursos de Cálculo Diferencial en ingeniería. En sus publicaciones, Aguilar, et al., (2020) y De Las Fuentes, et al., (2022), aplicaron un instrumento de medición confiable y válido, compuesto por 25 ítems de opción múltiple, diseñado para diagnosticar estas habilidades en estudiantes de nuevo ingreso. Los resultados

revelaron que se detectaron deficiencias significativas en áreas como racionalización, división de polinomios y factorización de sumas y diferencias de cubos.

Se han implementado cierta variedad de estrategias para disminuir los índices de reprobación y deserción, pero no todas han tenido éxito. Una de las estrategias implementadas es la técnica denominada "El Rompecabezas", que se basa en el aprendizaje activo y colaborativo, incorporando elementos lúdicos y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Esta metodología ha demostrado ser efectiva en la comprensión de conceptos complejos en cálculo, mejorando significativamente las habilidades de derivación e integración de los estudiantes (Loria Arjona, et al., 2023).

Además, las asesorías de reforzamiento se han considerado una herramienta valiosa para disminuir los índices de reprobación en cálculo diferencial e integral. Estas sesiones permiten a los estudiantes aclarar dudas y fortalecer su comprensión de los temas, adaptándose a sus horarios y necesidades específicas. Estudios han evidenciado que los alumnos que participan en estas asesorías presentan mayores tasas de aprobación en comparación con aquellos que no lo hacen (Loria Arjona et al., 2023).

Otra herramienta útil para reducir la reprobación y la deserción es la implementación de estrategias tutoriales integradoras también ha mostrado resultados positivos. Por ejemplo, en la materia de Cálculo Vectorial, la aplicación de estas estrategias logró reducir el índice de reprobación del 64% al 12%. Estas iniciativas requieren un trabajo conjunto entre tutores, profesores y departamentos de apoyo, enfocándose en las necesidades específicas de los estudiantes (García, et al., 2017).

La incorporación de estrategias didácticas basadas en la resolución de problemas contextualizados también ha mostrado ser efectiva para atacar la deserción y reprobación. Diseñar actividades que involucren situaciones reales y relevantes para los estudiantes facilita la comprensión y aplicación de los conceptos, así lo demuestra la investigación realizada por Duarte, et al. (2015) quiénes aplicaron los proyectos formativos con el objetivo de resolver problemas del contexto en la materia de Programación, cuyos resultados parciales fueron que los proyectos formativos producen cambios significativos en la manera de dar la clase del docente y la manera de trabajar de los estudiantes. El involucramiento de los estudiantes y que ellos hagan la actividad, despierta el interés en la materia.

En este mismo contexto, la integración de estrategias educativas digitales ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar el rendimiento académico en cursos de ciencias básicas. Un estudio realizado en la Universidad Autónoma de Baja California implementó diversas estrategias basadas en entornos virtuales de aprendizaje con el objetivo de reducir los índices de reprobación en asignaturas fundamentales. Los resultados evidenciaron una disminución significativa en los índices de reprobación en cinco materias, lo que contribuyó a reducir el rezago estudiantil (Justo López et al., 2021).

Siguiendo en el ámbito de estrategias educativas digitales, la incorporación de sistemas computacionales para la evaluación adaptativa en Cálculo Diferencial ha mostrado resultados prometedores. Un estudio realizado en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional desarrolló un sistema computacional que permite a los estudiantes

realizar autoevaluaciones y evaluaciones formales de manera flexible. Este sistema incluye pantallas emergentes para resaltar conceptos clave, simulaciones que facilitan la visualización de ideas abstractas y la revisión detallada de problemas aplicados al cálculo. La finalidad es que el estudiante logre un aprendizaje significativo mediante el empleo de este sistema (Ruiz y Vásquez, 2012).

En el caso de esta investigación, la estrategia implementada fue la de implementar múltiples evaluaciones formativas, el proceso fue el siguiente. Un profesor del Instituto Tecnológico de Chihuahua que impartió las clases de Cálculo Diferencial, Cálculo Integral y Álgebra Lineal en el semestre agosto-diciembre 2024, aplicó la estrategia enseñanza-aprendizaje de aplicar más de un examen de evaluación formativa, en el caso de que los estudiantes lo requieran. Para justificar el uso de esta estrategia, se consultó el lineamiento para evaluación y acreditación de asignaturas del TecNM (2010), para la formación y desarrollo de competencias profesionales, que es el procedimiento administrativo dentro de la Institución que establece reglamentariamente que un estudiante tiene dos momentos para evaluar una competencia: primera oportunidad, en caso de que éste no acredite, volver a ser evaluado en una segunda oportunidad.

Las evaluaciones de primera y segunda oportunidad son evaluaciones sumativas, lo que establece los momentos en que se realiza la suma de las evidencias que el profesor haya establecido en su planeación. Esto no limita la cantidad de exámenes que se puedan aplicar en un tema para verificar si se acredita o no la materia, ya que esta es la función de la evaluación formativa, que se realiza durante el curso y que representa el proceso que permite averiguar si los objetivos de aprendizaje están siendo alcanzados o no, así como la forma en cómo se están alcanzando. La evaluación formativa, tiene como propósito determinar cursos de acción para mejorar el desempeño de los educandos. Permite, dosificar, realimentar, dirigir, enfatizar, informar acerca de los avances logrados. La evaluación se realiza en cada momento crítico del proceso educativo (TecNM, 2010).

La evaluación de las competencias es un proceso integral, permanente, sistemático y objetivo, en el que son corresponsables el estudiante y el docente. El alcance de una competencia corresponde con el logro de objetivos por parte del estudiante. La competencia es alcanzada o no alcanzada según indicadores de desempeño. El docente comunica al estudiante los resultados de las evaluaciones sumativas en un tiempo máximo de cinco días hábiles después de sus aplicaciones así como las áreas de oportunidad para la mejora que le permitan alcanzar la competencia en las evaluaciones siguientes. Este reglamento especifica que el estudiante tiene una sola oportunidad de evaluación de primera oportunidad y solo una segunda oportunidad, pero esto no significa que no tenga posibilidad de acceder a varias evaluaciones formativas.

Una vez justificado el proceso de aplicar más de un examen de evaluación formativa, podemos indicar que el examen de un tema fue aplicado una vez que los subtemas fueron explicados por el profesor. Se entregaron resultados a los estudiantes y se da retroalimentación. Si el estudiante no acreditó el examen, se aplica otro examen a la semana siguiente y se repite el proceso hasta que los estudiantes alcanzaban la competencia deseada y posteriormente comparar los resultados de los grupos.

Para hacer la comparación entre el grupo tratamiento, que fue al que se le aplicó la estrategia de múltiples evaluaciones formativas, y los grupos control, que fueron los grupos a los que no se les aplicó la estrategia, se utilizó la prueba t de student de grupos independientes, considerando que en promedio, en el supuesto de que cada uno de los grupos son de aproximadamente 30 estudiantes. La hipótesis alternativa establece que el grupo tratamiento es significativamente diferente a la media de los grupos control, considerando que los valores de porcentaje de reprobación y deserción son más bajos en el grupo tratamiento. La hipótesis nula establece que no hay una diferencia significativa entre los grupos.

RESULTADOS

Para analizar los resultados se hicieron dos comparativos: uno longitudinal y uno transversal. El estudio comparativo longitudinal (Tabla 1), analiza los índices de aprobación, reprobación y deserción a través de información recopilada durante 3 años. Únicamente el semestre agosto-diciembre 2024 se implementó la intervención de múltiples evaluaciones formativas. En la tabla 1 se representa: la aprobación en primera y segunda oportunidad, que representa la acreditación de una materia; la reprobación, que es el índice de estudiantes que terminaron el curso y presentaron exámenes pero al final no acreditaron la materia. La deserción representa los representa los estudiantes que abandonaron la materia sin presentar exámenes, aun teniendo la oportunidad, quedando el estudiante como no acreditado.

Tabla 1. *Estudio longitudinal para aplicar múltiples evaluaciones formativas.*

Ciclo escolar	Materia	% aprobación 1ra oportunidad	% aprobación 2da oportunidad	% Reprobación	% Deserción
Ago-Dic 2024	Álgebra Lineal	14%	77%	0%	9%
	Cálculo Integral	17%	57%	17%	9%
	Cálculo Diferencial	9%	77%	2%	12%
Ene-Jun 2024	Álgebra Lineal	27%	60%	3%	10%
	Cálculo Integral	21%	65%	1%	14%
	Cálculo Diferencial	10%	86%	0%	4%
Ago-Dic 2023	Álgebra lineal	7%	67%	0%	26%
	Ecuaciones Dif.	37%	53%	0%	10%
	Cálculo Diferencial	22%	42%	5%	31%
Ene-Jun 2023	Álgebra lineal	19%	43%	19%	19%
	Ecuaciones Dif.	35%	59%	0%	6%
	Cálculo Integral	25%	64%	0%	11%
Ago-Dic 2022	Álgebra Lineal (Ead)	17%	66%	0%	17%
	Cálculo Integral	7%	64%	0%	29%
	Cálculo Diferencial	7%	57%	14%	22%
Ene-Jun 2022	Cálculo Diferencial	10%	38%	10%	42%
	Electromagnetismo	8%	55%	26%	11%

Posteriormente si se hicieron los cálculos de la media de aprobación, reprobación y deserción, que se muestran en la Tabla 2, se puede observar que el semestre agosto-diciembre 2024, que fue cuando se implementó la estrategia de múltiples evaluaciones formativas, la materia de Álgebra Lineal supera en 11% la media de la aprobación, a su vez, es inferior en reprobación 4% y en deserción 7%. El caso de la materia de Cálculo Diferencial no es tan distinto, la intervención tuvo 14.4 % mayor de aprobación y es inferior en reprobación 4% y en deserción

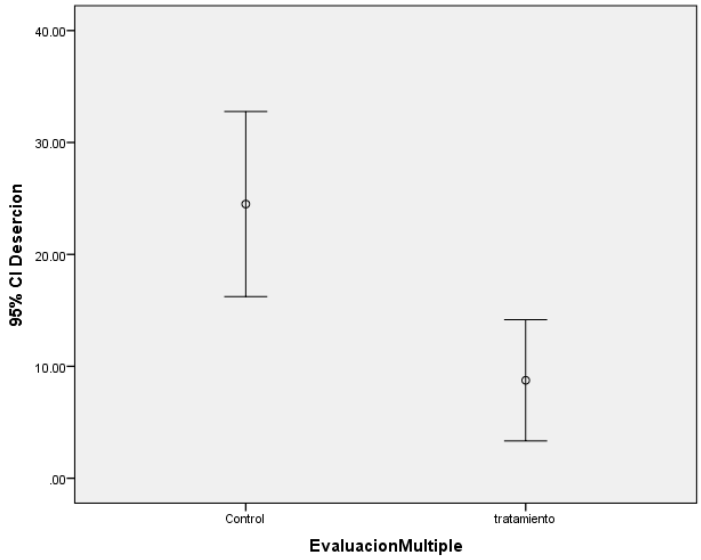
10.2%. Un poco diferente se puede observar en Cálculo integral, que los índices de aprobación quedaron por debajo de la media, ya que la media es 6% superior a la intervención y la reprobación es 13% superior a la media, pero lo interesante se puede observar en la deserción, que es mejor en la intervención 6%.

Tabla 2. *Medias de los índices de aprobación, reprobación y deserción (longitudinal).*

Materia	% aprobación	% reprobación	% deserción
Álgebra Lineal	79.4%	4.4%	16%
Cálculo Diferencial	71.6%	6.2%	22.2%
Cálculo Integral	80%	4.5%	15.8%

En la figura 1 se pueden observar los resultados de la prueba t de student aplicada a los grupos control y tratamiento, en donde se puede ver una separación notoria y significativa de las medias, donde los índices de deserción son significativamente más altos en los grupos que no llevan el tratamiento de múltiples evaluaciones formativas. La comparación se hizo tomando los datos de los 4 últimos semestres en las materias de Cálculo Diferencial y Álgebra Lineal. Los resultados arrojan una significancia bilateral de 0.002 si se asumen varianzas iguales y de 0.004 si no se asumen varianzas iguales, considerando un 95% de intervalo de confianza.

Figura 1. *Prueba t de student comparación de grupos de deserción con SPSS versión 23.*



Adicional a esto, el segundo estudio, es un comparativo transversal, se hizo entre profesores que no aplicaron la intervención de múltiples evaluaciones formativas y el profesor que si lo hizo. Se hizo a partir de los resultados de aprobación, reprobación y deserción reportados por los profesores de la Academia de Matemáticas una vez terminado el ciclo escolar agosto-diciembre 2024, el cual se plasma en la Tabla 3. En ésta se incluyen las materias impartidas por cada profesor, sus resultados de aprobación, reprobación y deserción, así como también las estrategias implementadas por los profesores para reducir los índices de reprobación y

deserción. El profesor 17 es quien aplicó la intervención de múltiples evaluaciones formativas.

Tabla 3. *Resultados de profesores de Academia de Matemáticas agosto-diciembre 2024*.

Prof.	Materia	Aprobación	Reprobación/Deserción	Estrategias
1	Cálculo Integral Álgebra Lineal	70%	15% reprobación 15% deserción	Dividir las unidades para el examen de segunda oportunidad en dos días
2	Cálculo Diferencial	2 con 0% 20% 50%	Grupos 1 y 2: 100% reprobación Grupo 3 (repetición): 80% Grupo 4: 50%	Asesoría en sábado del tema de despejes. Dividir las unidades para el examen de segunda oportunidad en dos días. Hablar de los hábitos de estudio.
3	Cálculo Integral	25%	75% reprobación	Recuperación de la segunda oportunidad en etapas
4	Cálculo Integral	50%	50% deserción 2 grupos	Asesorías. Indice de deserción muy alto, no se presentaron en segunda oportunidad.
5	Cálculo Diferencial	46% 50%	Grupo 1: 3% deserción Grupo 2: 12 %deserción	MOOC. 2 semanas de repaso de aritmética y algebra. Taller de polinomios
6	Cálculo Diferencial	26% 18%	Grupo 1: 55% deserción Grupo 2: 60% deserción	Asesorías los viernes, no asistían los alumnos Taller de la plataforma SEL
7	Cálculo Diferencial y Cálculo Integral	80% CD 70% CD 57% CI	Grupos CD 1 y 2: 2% deserción en cada grupo Grupo CI: 30% deserción	Un alumno apoyó al grupo en asesoría. Los alumnos cursaran y acreditaban el Mooc. Repaso de álgebra los viernes. Mínimo 300 derivadas es requisito.
8	Algebra Lineal	80%	10% deserción 10 % reprobación	Ejercicios de diferentes niveles. Videos.
9	Algebra Lineal	35%	50% deserción 15% reprobación	Asesorías diarias desde la primera semana. Realizar equipos (asesoría entre alumnos)
10	Algebra Lineal Cálculo Diferencial y Cálculo Integral	48% 58% 38%	AL: 52% reprobación CD 2 grupos: 30% reprobación 12% deserción CI: 52% reprobación 10% desertores	Tareas, tipos examen en la plataforma.
11	Cálculo Diferencial	70%	2 grupos 9% deserción	Toma lista, Actividades en la plataforma que son diferentes para todos.
12	Cálculo Diferencial	33% 57%	Grupo 1: 67% reprobación Grupo 2: 43% reprobación	Microenseñanzas de álgebra. Asesoría en las mañanas. 4 bloques, 150 derivadas. Hablar de la reprobación con ellos.
13	Cálculo Diferencial	45%	(repetición) 44% deserción 11% reprobación	Toma lista, revisar el cuaderno.
14	Algebra Lineal (Educ. a Distancia) Cálculo Integral	66%	AL: 34% desertores CI: 16 % desertores	Se sube la grabación de la clase. Comunicación el coordinador y los alumnos para el proceso de baja.
15	Algebra Lineal	75%	14% reprobación 13% deserción	Toma lista, tarea para examen, antes de examen realiza asesoría
16	Algebra Lineal y Cálculo Integral	AL: 76% CI: 85%	AL: 10% deserción, AL: 14%, reprobación CI: 5% deserción CI: 10% reprobación	Asesoría diaria, Mooc (álgebra lineal y cálculo integral) y 10 puntos extra se pueden aplicar en cualquier unidad.
17	Algebra Lineal, Cálculo Diferencial y Cálculo Integral	91% 86% 74%	AL: 9% deserción 0% reprobación CD: 2% reprobación12% deserción CI:17% reprobación 9 % deserción	Tareas, asesoría, aplicar el examen y dar retroalimentación. Aplicar exámenes de recuperación (hasta 7 veces) antes de la fecha de segunda oportunidad.

En la Tabla 4, se puede apreciar que al comparar las medias de los índices de los profesores, contra los del profesor 17 que es el que aplicó la intervención (tabla 3), que en las tres materias, el índice de aprobación es superior: Álgebra lineal en un 23.7%, en Cálculo Diferencial en un 43.3% y en Cálculo Integral un 22.4%. Además, los índices de reprobación son inferiores en reprobación: Álgebra lineal 15%, Cálculo Diferencial 38.5% y Cálculo Integral 4% respecto a la media. Por último, los índices de deserción son inferiores en: Álgebra lineal 17.6%, Cálculo Diferencial 4.8% y Cálculo Integral en un 18.2%. Estos indicadores nos llevan a concluir ciertos beneficios y reflexiones sobre el uso de múltiples evaluaciones formativas.

Tabla 4. *Medias de los índices de aprobación, reprobación y deserción (transversal).*

Materia	% aprobación	% reprobación	% deserción
Álgebra Lineal	67.3%	15%	17.6%
Cálculo Diferencial	42.7%	40.5%	16.8%
Cálculo Integral	51.6%	21.2%	27.2%

En la Tabla 5 se muestran los resultados de la prueba t student de muestras independientes, realizada en SPSS comparando grupos de reprobación. Donde el pvalor de significancia bilateral es de 0.005, comparado con un nivel de significancia de 0.05, es menor, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 5. *Resultados de prueba t de student en SPSS.*

Reprobación	Prueba Levene		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bi)	Dif. medias	Dif. Error estándar	95% interv. de confianza de la dif.	
								Inf.	Sup.
Asume varianzas iguales	3.361	0.076	1.450	32	0.157	23.602	16.279	-9.557	56.761
No asume varianzas iguales			3.574	9.657	0.0015	23.602	6.602	8.8187	38.385

CONCLUSIONES

Derivado de los resultados presentados en el estudio longitudinal y en el estudio transversal que se analizan en las tablas 1 a la 5, podemos observar un beneficio de incorporar la estrategia de múltiples evaluaciones formativas. Todos los indicadores se encuentran en mejores condiciones que la media de los otros semestres y que la media de los otros profesores. Esto sugiere que se replique el estudio, pero esta ocasión con grupos de control y tratamiento, para poder dar validez a partir de la experimentación. Los profesores que participen requieren dividir sus grupos en donde a uno se le aplique la estrategia de múltiples evaluaciones formativas y a otro no se le aplique.

Existe una resistencia al cambio de paradigma sobre la concepción de la evaluación. Desde un inicio cuando se planteó la estrategia de aplicar más de un examen por unidad, representaba cuestionamientos y prejuicios a los que se ve expuesta esta metodología. Por parte del investigador, existía la resistencia a pensar: ¿por qué dar más oportunidades a los estudiantes? ¿Por qué trabajar más? ¿Cómo será visto un profesor por sus compañeros maestros y por los estudiantes? ¿Como el profesor barco, pasalón y blandengue? ¿Cómo el profesor que les facilita la vida y la vida real no es así?.

Posteriormente al exponer la estrategia con otros profesores, se cuestionaba la validez de emplearlo, de la fiabilidad del aprendizaje en los estudiantes. Siendo que los índices de reprobación en aquellos que lo cuestionaban, en general, eran más altos, sin la intención de cuestionarse si ellos requieren hacer un cambio en sus estrategias didácticas y de evaluación. Como se puede observar dentro del grupo de Maestros, una persona tiene en dos de sus grupos un 100% de reprobación y no declaró si en realidad eran desertores. Esta estrategia

implica un esfuerzo adicional para el Maestro y para el estudiante, que no todos estarán dispuestos a considerar.

Otro cuestionamiento importante surge apegado a lo reglamentario dentro de la institución. En el caso del estudio, la investigación fue aplicada dentro de un reglamento que estipula que los estudiantes tienen 2 oportunidades para acreditar la materia, pero esto no representa que solo 2 veces se les deba de aplicar examen, sino que 2 veces se puede hacer una evaluación sumativa según el modelo por competencias. La evaluación utilizando múltiples exámenes representa una estrategia de evaluación formativa, que se ve reflejada después en la evaluación sumativa. Esto representa que la retroalimentación al estudiante va sumando en su aprendizaje, hasta alcanzar el mínimo aceptable para cumplir con la competencia deseada en el programa de la materia.

El poder fomentar el progreso de su aprendizaje en el estudiante inhibe el deseo de abandonar o desertar en la materia que está luchando por acreditar. La aplicación de múltiples exámenes da la oportunidad a los estudiantes, de recibir retroalimentación acerca de los temas que dominan y los que no, así como también de resolver después el examen junto con el profesor, para reforzar el aprendizaje y en el caso de que lo hayan reprobado, nuevamente hacer otro examen que evalúe los mismos contenidos, pero con diferentes ejercicios.

La metodología permite que los estudiantes que se van rezagando en el curso, puedan cubrir con las competencias sin la necesidad de recursar la materia. Además de esto, la bondad de identificar a los estudiantes en condiciones de vulnerabilidad, permitiendo que sean canalizados a psicología si así lo requieren. En el caso del estudio, la mayoría de los estudiantes que requerían aplicación de varios exámenes formativos, eran estudiantes que trabajan y estudian, con algunas condiciones de salud mental (TDAH, bipolaridad, depresión, ansiedad, etc.), foráneos, con malas experiencias previas de sus profesores de media superior, que vienen de una pandemia aprendiendo en línea y un sinfín de causas que ponen a los estudiantes en desventaja con sus pares.

El esfuerzo adicional que implica para el profesor y para el estudiante, el tiempo dedicado, la planeación y administración del tiempo, valen la pena al dar la posibilidad a un estudiante de acreditar la materia, de evitar el rezago escolar y de fomentar la permanencia de los estudiantes dentro del curso. La tabla 1 es evidencia de esto, pues el índice de deserción disminuyó en todos sus casos, debido a que los estudiantes permanecen en el curso y al menos esto deriva en que el contenido sea visto por ellos aún en el caso de que lleguen a reprobar, al menos ya no son estudiantes desertores. Esto se debe a que los estudiantes que ven reprobadas las primeras 2 unidades, regularmente es cuando deciden abandonar la materia por que se desaniman y prefieren volver a empezar de cero, dejando de asistir en algunas ocasiones a las clases por gran parte de los alumnos que desertan.

La tabla 5 acepta la hipótesis alternativa en donde se puede comparar los grupos donde la estrategia se implementa contra los grupos que no recibieron la estrategia. En la figura 1 se puede aceptar la hipótesis de que los grupos con el mismo profesor que no llevaron la estrategia de múltiples evaluaciones formativas son significativamente diferentes a los que si llevaron la estrategia, donde se puede atribuir cierto valor inferior en reprobación y deserción debidos a la estrategia implementada.

La necesidad de reconsiderar la función que tiene un examen, no solo como un instrumento de evaluación es apremiante para poder reducir las condiciones de desigualdad de nuestros estudiantes. En alguna ocasión un profesor cuestionaba sin mala intención: ¿vamos a evaluar para que pasen o para que reprueben? Como para ver si íbamos a poner fácil o difícil el examen, pero la verdadera pregunta que se debe de haber hecho es: ¿Qué es lo que quiero evaluar que aprendan los estudiantes y cómo la evaluación puede ayudar a que ese aprendizaje se logre? El fin es a su vez el medio, la evaluación contribuye a que se aprenda.

Se recomienda replicar los estudios para poder contrastar, validar y replantear mejoras en la investigación. Que los instrumentos sean documentados. Que más Maestros participen en el estudio para reducir los índices de reprobación y deserción de los cuales gran mayoría de las instituciones de educación superior tienen en las materias de ciencias básicas. Es también importante considerar formas en que estos procesos de reevaluación sean automatizados para poder optimizar el tiempo de los profesores y de los estudiantes, para que más Maestros puedan incorporarse sin la ardua tarea de revisar más exámenes, motivo por el cual existe resistencia en aplicar esta estrategia.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Salinas, W. E., De las Fuentes-Lara, M., Justo-López, A. C., & Martínez-Molina, A. D. (2020). *Instrumento de medición para diagnosticar las habilidades algebraicas de los estudiantes en el curso de cálculo diferencial en ingeniería*. Revista Española de Pedagogía, 78(275), 5–25. https://doi.org/10.22550/REP78-1-2020-02

Arellano Ulloa, L. H., Duarte Martínez, J. F., Ramírez Rojas, M., Pacheco Ortega, L. A., Zambrano Bojórquez, P., Franco Morales, J. C., & Medrano Duarte, G. I. (2024). *Deserción y reprobación en cálculo diferencial: Un estudio cualitativo en el Instituto Tecnológico de Chihuahua*. Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 4(1), 2063–2096. https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.165

Arellano Ulloa, L. H., Guerrero Chávez, L. A., & Mendoza Meraz, G. (2015). *Plan de acción contra factores de riesgo que limitan el desempeño del estudiante en matemáticas*. Revista Electrónica ANFEI Digital, Núm. 2, 1–10. https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/47

Arellano, L. H., Duarte, J. F., Ramírez, M., Pacheco, L. A., Zambrano, P., Franco, J. C., y Medrano, G. I. (2024). Deserción y Reprobación en Cálculo Diferencial, Un Estudio Cualitativo en el Instituto Tecnológico de Chihuahua. Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica, 4(1), 2063–2096. https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.165

De las Fuentes-Lara, M., Aguilar-Salinas, W. E., Justo-López, A. C., & Iñiguez-Monroy, C. G. (2022). *Medición de las habilidades algebraicas, trigonométricas y geométricas de los estudiantes en el curso de cálculo diferencial en ingeniería*. Revista Española de Pedagogía, 80(282), 289–308. https://doi.org/10.22550/REP80-2-2022-07

Duarte Martínez, J. F., Nambo de los Santos, J. S., & Tobón Tobón, S. (2015). *El proyecto formativo: Una alternativa didáctica en la educación superior tecnológica*. En

Memoria electrónica del XIII Congreso Nacional de Investigación Educativa (CNIE), Chihuahua, México. https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v13/doc/0768.pdf

Loria Arjona, D. A., Yam Puc, M. Y., & Santos Tejero, J. A. (2023). *Asesorías de reforzamiento como estrategia para disminuir los índices de reprobación en cálculo diferencial e integral*. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 4(3), 303–313. https://doi.org/10.56712/latam.v4i3.1077

Ruiz, E. F., & Vásquez, L. D. (2012). *Evaluación adaptativa de cálculo diferencial con apoyo de un sistema computacional a nivel ingeniería*. En Conferencia Iberoamericana en Computación, Informática y Cibernética (CICIC 2012). https://www.iiis.org/CDs2012/CD2012IMC/CICIC_2012/PapersPdf/CB798TW.pdf

Dirección General de Educación Superior Tecnológica. (2010). *Lineamiento para la evaluación y acreditación de asignaturas (versión 1.0): Planes de estudio 2009–2010*. Secretaría de Educación Pública. https://www.itsculiacan.edu.mx/images/Lineamiento-para-la-evaluacion-y-acreditacion-de-asignaturas-version-1.0.pdf

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA INTERNACIONALIZACIÓN Y GLOBALIZACIÓN EN LAS PYMES DE IRAPUATO, GUANAJUATO

ANALYSIS OF THE IMPACT OF INTERNATIONALIZATION AND GLOBALIZATION ON SMES IN IRAPUATO, GUANAJUATO

E. G Vargas Espinoza[1]
D. I. Gallardo Álvarez[2]
I. Durán Belman[3]
R. J. Malfavón González[4]

RESUMEN

Las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en Guanajuato representan un pilar fundamental para la economía del estado, ya que generan una parte significativa del empleo y contribuyen al desarrollo económico local. Guanajuato se destaca a nivel nacional por su dinamismo industrial, especialmente en sectores como la manufactura, el comercio y los servicios.

La internacionalización y la globalización representan una oportunidad estratégica para las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en Irapuato, Guanajuato, una región donde la actividad económica se concentra en estos negocios. A pesar del crecimiento económico impulsado por la apertura comercial y la inversión extranjera, las PYMEs enfrentan retos significativos para integrarse en mercados internacionales. Este análisis examina los factores que influyen en la competitividad de las PYMEs de la región, considerando sus debilidades estructurales, las oportunidades que brinda la globalización y las estrategias necesarias para su consolidación en el escenario global.

ABSTRAC

Small and medium-sized enterprises (SMEs) in Guanajuato represent a fundamental pillar of the state's economy, as they generate a significant portion of employment and contribute to local economic development. Guanajuato stands out nationally for its industrial dynamism, particularly in sectors such as manufacturing, commerce, and services.

Internationalization and globalization represent a strategic opportunity for SMEs in Irapuato, Guanajuato, a region where economic activity is largely driven by these businesses. Despite the economic growth fueled by trade liberalization and foreign investment, SMEs face significant challenges in integrating into international markets. This analysis examines the factors influencing the competitiveness of SMEs in the region, considering their structural weaknesses, the opportunities provided by globalization, and the strategies needed for their consolidation in the global market.

ANTECEDENTES

Las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en Guanajuato constituyen un pilar fundamental en la economía estatal, especialmente en sectores como la agroindustria, la manufactura y el comercio. A pesar de su relevancia, estas empresas enfrentan desafíos significativos para su integración en mercados internacionales debido a limitaciones en financiamiento, adopción tecnológica y capacitación en comercio exterior.

Diversos estudios han analizado el contexto económico de las PYMEs en Guanajuato y han señalado que, si bien los programas gubernamentales han generado impactos positivos en la creación de empleo y el aumento de las ventas, aún persisten dificultades en la integración a cadenas de valor y en el incremento de exportaciones (IPLANEG, 2022). De manera

[1] Profesor de tiempo completo, Tecnológico Nacional de México /ITS de Irapuato, elizabeth.ve@irapuato.tecnm.mx
[2] Profesor de tiempo completo, Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato, degallardo@irapuato.tecnm.mx
[3] Profesor de tiempo completo, Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato, isduran@irapuato.tecnm.mx
[4] Profesor de tiempo completo, Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato, ramon.mg@irapuato.tecnm.mx

similar, una investigación de la Universidad de Guanajuato ha examinado el proceso de internacionalización de empresas agrícolas locales, identificando tanto oportunidades como obstáculos en su incursión en mercados globales (Ramírez, 2021).

Un estudio sobre la aplicación de la Industria 4.0 en las PYMEs de Guanajuato destaca la necesidad de digitalización y adopción de nuevas tecnologías para mejorar la competitividad en un entorno globalizado (Hernández & Pérez, 2020). Asimismo, un análisis comparativo entre México y Costa Rica ha identificado las principales facilidades y obstáculos que enfrentan las empresas exportadoras en ambas regiones, proporcionando una visión integral sobre los retos comunes en la internacionalización (López, 2019). Además, un informe sobre el futuro del trabajo y las MIPYMES en Guanajuato señala los desafíos y oportunidades que estas empresas enfrentan en el contexto de la globalización y la transformación digital, sugiriendo estrategias para su desarrollo sostenible (García & Torres, 2021).

A partir de estos antecedentes, se ha identificado que las PYMEs en Guanajuato constituyen el núcleo de la economía local, impulsando la generación de empleo y el desarrollo regional. No obstante, su incursión en mercados internacionales se ve limitada por diversas barreras estructurales, tecnológicas y administrativas que afectan su competitividad y sostenibilidad en un entorno globalizado.

Uno de los principales desafíos que enfrentan estas empresas es el acceso restringido a financiamiento y apoyo institucional. Aunque existen programas gubernamentales y bancarios diseñados para fomentar el crecimiento empresarial, muchas PYMEs no logran cumplir con los requisitos necesarios para obtener créditos debido a su tamaño, la falta de garantías o la ausencia de un historial financiero consolidado. Esta situación restringe su capacidad de inversión en infraestructura, certificaciones internacionales y estrategias de exportación.

Además, la limitada adopción de tecnología e innovación representa un obstáculo para su competitividad en el comercio global. Gran parte de estas empresas aún operan bajo modelos de negocio tradicionales y destinan escasos recursos a la digitalización, el comercio electrónico y la automatización de procesos. Como consecuencia, su capacidad para cumplir con estándares internacionales y atender mercados extranjeros de manera eficiente se ve comprometida.

Otro aspecto crítico es la falta de capacitación y cultura empresarial global. El desconocimiento de los procesos de exportación, las normativas internacionales, las certificaciones de calidad y las estrategias de negociación con clientes extranjeros restringe sus posibilidades de expansión. Asimismo, la carencia de personal capacitado en comercio internacional dificulta la toma de decisiones estratégicas orientadas a la internacionalización.

Aunado a esto, las empresas deben afrontar obstáculos logísticos y de infraestructura que afectan su capacidad de exportación. Aunque Guanajuato cuenta con una ubicación estratégica y conexiones comerciales relevantes incluyendo su cercanía con el Bajío industrial y el acceso a puertos y aeropuertos, muchas PYMEs enfrentan altos costos

logísticos y dificultades en la cadena de suministro. La falta de infraestructura adecuada para almacenamiento y distribución internacional impide el cumplimiento de tiempos de entrega y dificulta la oferta de costos competitivos.

Las barreras regulatorias y burocráticas también constituyen un reto significativo. Los procesos de exportación e importación en México pueden resultar complejos y costosos para las PYMEs, ya que los requisitos aduaneros, los aranceles y las normativas comerciales imponen dificultades a empresas con recursos limitados. Además, la ausencia de incentivos específicos para pequeñas empresas dentro de los tratados comerciales internacionales disminuye su participación en mercados globales.

Por último, muchas PYMEs en Guanajuato dependen en gran medida del mercado local y carecen de estrategias de diversificación. Este enfoque las hace vulnerables a crisis económicas regionales, lo que restringe su crecimiento a largo plazo y su capacidad de adaptación a cambios en la demanda global.

Ante esta problemática, la justificación del presente estudio radica en la necesidad de fomentar la internacionalización de las PYMEs como una estrategia clave para fortalecer el desarrollo económico y social de Guanajuato. La expansión hacia mercados internacionales no solo permite diversificar riesgos y aumentar ingresos, sino que también contribuye a la generación de empleo y al crecimiento sostenible de la región. Mediante el análisis de los desafíos que enfrentan estas empresas y la formulación de estrategias de gestión empresarial se pretende mejorar su competitividad en el entorno global.

El objetivo principal de esta investigación es analizar las estrategias de internacionalización y globalización como oportunidades para las PYMEs de Guanajuato, con el propósito de impulsar su desarrollo económico y social. A partir de este análisis, se busca proponer metodologías de gestión empresarial que faciliten su integración en mercados internacionales.

Para cumplir con este propósito, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar los principales desafíos que enfrentan las PYMEs de Guanajuato en su proceso de internacionalización.
2. Evaluar el impacto de la globalización en la competitividad de las PYMEs locales.
3. Proponer herramientas y metodologías de gestión empresarial que faciliten la inserción de las PYMEs en mercados internacionales.

METODOLOGÍA

Para analizar el impacto de la internacionalización y la globalización en las PYMEs de Irapuato, Guanajuato, se emplearon dos herramientas metodológicas clave: la Matriz de Análisis de Brechas y el Análisis FODA.

Estas metodologías permiten identificar las diferencias entre el estado actual y el estado deseado de las PYMEs, así como evaluar los factores internos y externos que influyen en su competitividad en el mercado global. Con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023) y estudios locales, se estima que, en la ciudad de Irapuato,

Guanajuato, hay aproximadamente de 12,000 a 15,000 pequeñas y medianas empresas (PYMEs). Estas empresas representan un porcentaje significativo de la actividad económica de la región, ya que contribuyen a la generación de empleos y al desarrollo de sectores clave como la agroindustria, la manufactura, el comercio y los servicios. Para este análisis se tomó como muestra a 100 empresas.

La Matriz de Análisis de Brechas se enfocó en identificar las brechas que limitan la capacidad de las PYMEs para integrarse en mercados internacionales, proponiendo estrategias específicas para cerrar dichas brechas. Por su parte, el Análisis FODA permitió evaluar las fortalezas y debilidades internas de las PYMEs, así como las oportunidades y amenazas externas que enfrentan en un entorno globalizado.Este análisis fue desarrollado con la participación de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, quienes aportaron una perspectiva práctica y académica para enriquecer el estudio. Su participación permitió la aplicación de conocimientos en un entorno real, favoreciendo un aprendizaje más significativo a través del análisis y la interpretación de datos en el contexto de la internacionalización de las PYMEs. A través del uso de herramientas como el Análisis FODA y la Matriz de Análisis de Brechas, los estudiantes desarrollaron habilidades analíticas y estratégicas, permitiéndoles evaluar escenarios empresariales con un enfoque práctico.

Esta experiencia no solo fortaleció su formación académica, sino que también les brindó la oportunidad de enfrentar problemáticas reales del ámbito empresarial, lo que contribuyó a mejorar su capacidad de argumentación y la calidad de sus propuestas dentro del aula. La combinación de estas herramientas metodológicas proporciona un enfoque integral para comprender los desafíos y proponer soluciones efectivas que permitan a las PYMEs consolidarse en el escenario internacional.

RESULTADOS

Como primera instancia se realizó el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) ya que es una herramienta estratégica ampliamente utilizada para evaluar los factores internos y externos que influyen en el desempeño de una organización o sector. En el caso de las PYMEs de Irapuato, Guanajuato, este análisis se aplicó para identificar las fortalezas y debilidades internas que caracterizan a estas empresas, así como las oportunidades y amenazas que surgen del entorno globalizado en el que operan.

Las fortalezas incluyen aspectos como la posición geográfica estratégica de Irapuato, su diversificación económica en sectores clave y el apoyo gubernamental disponible. Por otro lado, las debilidades se refieren a problemas como la falta de financiamiento, la baja adopción tecnológica y la escasa capacitación en comercio exterior. En cuanto a las oportunidades, se destacan la apertura de nuevos mercados internacionales, la inversión extranjera y los tratados comerciales que facilitan la exportación. Finalmente, las amenazas incluyen la competencia global, las regulaciones internacionales y la volatilidad económica.

La aplicación del Análisis FODA permitió obtener una visión integral de la situación actual de las PYMEs, identificando tanto los aspectos positivos que pueden potenciarse como los desafíos que deben superarse. Esta herramienta, combinada con otras metodologías como

el Análisis de Brechas, proporcionó un marco sólido para proponer estrategias que fortalezcan la competitividad de las PYMEs y faciliten su inserción en mercados internacionales. Como se puede ver en la figura 1 se muestra el analisis FODA que se llevó a cabo.

Fortalezas

- *Posición geográfica estratégica:* Irapuato se encuentra en una región con acceso a mercados nacionales e internacionales, gracias a su cercanía con corredores industriales y puertos.
- *Diversificación económica:* Las PYMEs están presentes en sectores clave como la agroindustria, manufactura y servicios.
- Apoyo gubernamental**:** Programas de fomento económico y capacitación en comercio exterior.

Oportunidades

- *Mercados internacionales:* La globalización abre puertas a nuevos mercados y cadenas de valor globales.
- Inversión extranjera: Atracción de capitales y transferencia de tecnología.
- *Tratados comerciales:* México cuenta con acuerdos comerciales que facilitan la exportación.

Debilidades

- Falta de financiamiento: Dificultades para acceder a créditos y recursos para expansión.
- Baja adopción tecnológica: Infraestructura digital limitada y poca automatización.
- Falta de capacitación: Escasez de personal capacitado en comercio exterior y estrategias de internacionalización.

Amenazas

- Competencia global: Presión de empresas multinacionales con mayor capacidad financiera y tecnológica.
- Regulaciones internacionales: Cumplir con normativas y certificaciones representa un reto.
- Volatilidad económica: Fluctuaciones en los mercados internacionales pueden afectar la estabilidad de las PYMEs.

Figura 1. *Análisis FODA.*

Otra herramienta que se utilizó fue el Análisis de Brechas (Gap Analysis); es una herramienta metodológica que permite identificar las diferencias entre el estado actual y el estado deseado de una organización o sector. En el contexto de las PYMEs de Irapuato, Guanajuato, esta metodología se aplicó para evaluar los factores que limitan su capacidad de integrarse en mercados internacionales y proponer estrategias que permitan cerrar dichas brechas.

El análisis se basó en la comparación entre las condiciones actuales de las PYMEs, caracterizadas por desafíos como la falta de financiamiento, la baja adopción tecnológica y la escasa capacitación en comercio exterior, y un estado deseado en el que estas empresas logran una mayor competitividad global, acceso a mercados internacionales y una integración efectiva en cadenas de valor globales.

Para llevar a cabo este análisis, se recopiló información sobre las áreas críticas que afectan a las PYMEs, como financiamiento, tecnología, capacitación, logística, regulaciones y acceso a mercados. Posteriormente, se identificaron las brechas existentes en cada una de estas áreas y se analizaron las causas subyacentes que las generan. Finalmente, se propusieron estrategias específicas para cerrar estas brechas, con el objetivo de mejorar la competitividad y la capacidad de internacionalización de las PYMEs.

La aplicación de esta metodología permitió obtener una visión clara de los desafíos que enfrentan las PYMEs y ofrecer recomendaciones prácticas para superarlos, contribuyendo así a su consolidación en el escenario global.

El Análisis de Brechas se presenta a través de una serie de tablas que permiten visualizar de manera estructurada la situación actual de las PYMEs de Irapuato, Guanajuato, así como

las estrategias necesarias para alcanzar un estado deseado. A continuación, se describe el contenido y propósito de cada una de estas tablas:

Como se puede observar en la Tabla 1. Se describe la situación actual de las PYMEs, identificando los principales problemas y limitaciones que enfrentan en áreas clave como financiamiento, tecnología, capacitación, logística, regulaciones y acceso a mercados. Esta descripción proporciona una base para entender los desafíos que deben superarse.

Tabla 1. *Estado Actual.*

Área	Estado Actual
Financiamiento	Dificultades para acceder a créditos y recursos para la expansión e internacionalización.
Tecnología	Baja adopción de tecnologías de la Industria 4.0 y digitalización de procesos.
Capacitación	Escasez de personal capacitado en comercio exterior y normativas internacionales.
Logística	Altos costos logísticos y falta de infraestructura adecuada para la exportación.
Regulaciones	Complejidad en los procesos aduaneros y barreras burocráticas.
Acceso a mercados	Dependencia del mercado local y falta de estrategias de diversificación.

Posteriormente, en la Tabla 2. Se establece el estado deseado, definiendo los objetivos ideales que las PYMEs deberían alcanzar para mejorar su competitividad y consolidarse en mercados internacionales.

Tabla 2. *Estado Deseado.*

Área	Estado Deseado
Financiamiento	Acceso a créditos y recursos para la expansión e internacionalización.
Tecnología	Adopción de tecnologías de la Industria 4.0 y digitalización de procesos.
Capacitación	Personal capacitado en comercio exterior y normativas internacionales.
Logística	Infraestructura adecuada para la exportación y reducción de costos logísticos.
Regulaciones	Simplificación de procesos aduaneros y reducción de barreras burocráticas.
Acceso a mercados	Diversificación de mercados y aumento de exportaciones.

En la Tabla 3. Se muestran las brechas identificadas, es decir, las diferencias entre el estado actual y el estado deseado, lo que permite focalizar los esfuerzos en los aspectos que requieren mayor atención.

Tabla 3. *Brechas identificadas.*

Área	Brecha Identificada
Financiamiento	Dificultades para acceder a créditos y recursos para la expansión e internacionalización.
Tecnología	Baja adopción de tecnologías de la Industria 4.0 y digitalización de procesos.
Capacitación	Escasez de personal capacitado en comercio exterior y normativas internacionales.
Logística	Altos costos logísticos y falta de infraestructura adecuada para la exportación.
Regulaciones	Complejidad en los procesos aduaneros y barreras burocráticas.
Acceso a mercados	Dependencia del mercado local y falta de estrategias de diversificación.

En esta Tabla 4. Se analizan las causas subyacentes de estas brechas, profundizando en los factores que generan los problemas identificados.

Tabla 4. *Análisis de las causas.*

Área	Causas de la Brecha
Financiamiento	Ausencia de garantías y falta de conocimiento sobre programas de apoyo gubernamental.
Tecnología	Falta de recursos para invertir en tecnología y digitalización.
Capacitación	Falta de programas de formación en comercio exterior y normativas internacionales.
Logística	Falta de infraestructura adecuada y altos costos logísticos.
Regulaciones	Complejidad en los procesos aduaneros y barreras burocráticas.
Acceso a mercados	Falta de estrategias de diversificación y dependencia del mercado local.

Como se aprecia en Tabla 5. Se proponen estrategias específicas para cerrar las brechas, ofreciendo soluciones prácticas y alcanzables.

Tabla 5. Estrategias Propuestas.

Área	Estrategias Propuestas
Financiamiento	Promover alianzas con instituciones financieras y programas gubernamentales.
Tecnología	Implementar programas de digitalización y automatización.
Capacitación	Desarrollar programas de formación en comercio exterior y normativas internacionales.
Logística	Mejorar la infraestructura de almacenamiento y distribución.
Regulaciones	Simplificar los procesos aduaneros y reducir barreras burocráticas.
Acceso a mercados	Fomentar la participación en ferias internacionales y misiones comerciales.

Como última parte se puede apreciar en la Tabla 6. Un plan de acción con plazos, responsables e indicadores de éxito, lo que facilita la implementación y el seguimiento de las estrategias propuestas.

Tabla 6. *Plan de Acción.*

Estrategia	Responsable	Plazo	Indicador de Éxito
Promover alianzas con instituciones financieras	Secretaría de Economía	6 meses	Número de PYMEs que acceden a créditos.
Implementar programas de digitalización	Cámara de Comercio de Guanajuato	12 meses	Porcentaje de PYMEs que adoptan tecnologías digitales.
Desarrollar programas de formación	Universidades locales	6 meses	Número de capacitaciones realizadas.
Mejorar infraestructura logística	Gobierno del Estado	18 meses	Reducción de costos logísticos.
Simplificar procesos aduaneros	Secretaría de Hacienda	12 meses	Tiempo promedio de despacho aduanero.
Fomentar participación en ferias	Cámara de Comercio de Guanajuato	6 meses	Número de PYMEs que participan en ferias internacionales.

CONCLUSIONES

El análisis presentado corresponde a la primera fase de un proyecto que se divide en seis etapas: diagnóstico inicial, diseño del modelo, capacitación y preparación, implementación del modelo, evaluación y ajustes, e informe final. En esta fase de diagnóstico inicial, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de la situación actual de las PYMEs de Irapuato, Guanajuato, con el objetivo de identificar las brechas que limitan su integración a mercados internacionales. Mediante herramientas como el Análisis de Brechas y el Análisis FODA; se han detectado problemas clave en áreas como financiamiento, tecnología, capacitación, logística, regulaciones y acceso a mercados, así como las causas subyacentes que los originan.

Los resultados obtenidos en esta fase constituyen una base sólida para las etapas subsecuentes del proyecto. En la segunda fase, se diseñará un modelo estratégico destinado a superar los desafíos identificados y a aprovechar las oportunidades derivadas de la globalización. En la tercera fase, se implementarán programas de capacitación y preparación para fortalecer las capacidades de las PYMEs en comercio exterior y adopción tecnológica. La cuarta fase consistirá en la implementación del modelo, mientras que la quinta fase se enfocará en la evaluación y ajustes necesarios para garantizar su efectividad. Finalmente, en la sexta fase, se elaborará un informe final que sintetice los resultados y las lecciones aprendidas.

Este diagnóstico inicial no solo ha permitido identificar los principales obstáculos que enfrentan las PYMEs, sino que también ha sentado las bases para desarrollar estrategias que impulsen su crecimiento y consolidación en el escenario global.

Los estudiantes que participaron en este proyecto fueron aquellos que realizaron su residencia profesional, así como aquellos que cursaron la materia de Probabilidad y Estadística. Su participación permitió la aplicación de conocimientos en un entorno real, favoreciendo un aprendizaje más significativo a través del análisis y la interpretación de datos en el contexto de la internacionalización de las PYMEs.

A través del uso de herramientas como el Análisis FODA y la Matriz de Análisis de Brechas, los estudiantes desarrollaron habilidades analíticas y estratégicas, permitiéndoles evaluar escenarios empresariales con un enfoque práctico. Esta experiencia no solo fortaleció su formación académica, sino que también les brindó la oportunidad de enfrentar problemáticas reales del ámbito empresarial, lo que contribuyó a mejorar su capacidad de argumentación y la calidad de sus propuestas dentro del aula.

BIBLIOGRAFÍA

García, L., & Torres, M. (2021). *El futuro del trabajo y las MIPYMES en Guanajuato. Retos, oportunidades y estrategias hacia una nueva realidad*. Universidad de Guanajuato.

Hernández, P., & Pérez, J. (2020). *La economía 4.0 y las PYMEs en Guanajuato. Revisión de su aplicación desde la economía social*. Revista de Economía y Sociedad, 15(2), 45-67.

INEGI. (2023). *Estadísticas de las PYMEs en Guanajuato*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IPLANEG (2022). *Informe sobre la situación económica de las PYMEs en Guanajuato*. Instituto de Planeación del Estado de Guanajuato.

López, R. (2019). *Estudio comparativo de facilidades y obstáculos de las MIPYMES exportadoras en el estado de Guanajuato de México y en la provincia de Limón de Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.

Ramírez, S. (2021). *Internacionalización de PyMEs Agrícolas: Retos y oportunidades en Guanajuato*. Tesis de maestría, Universidad de Guanajuato.

INSTITUTO
TECNOLÓGICO
DE CHIHUAHUA