CREANDO CONDICIONES PARA LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN INSTITUCIONES ACADÉMICAS. CASO DE ESTUDIO

CREATING CONDITIONS FOR INNOVATION AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN ACADEMIC INSTITUTIONS. CASE STUDY

L. A. González Murillo[1]
L. M. Félix Ávila[2]
J. E. González Muñoz[3]
P. M. Lara Salazar[4]

RESUMEN

La innovación debe formar parte central de las empresas, ya que la inversión en investigación y desarrollo tecnológico como proporción del producto interno bruto está relacionada positivamente con la competitividad de los países. Algunas empresas tienen dificultades para cubrir sus vacantes con gente talentosa, por lo que, las universidades deben trabajar para que los estudiantes desarrollen las competencias requeridas. La metodología de aprendizaje orientado a proyectos (POL) fomenta el trabajo autónomo, el cual, combinado con un alto nivel de requerimientos cognitivos académicos, potencia la innovación. En este documento se describe cómo se han creado las condiciones adecuadas para la innovación y el desarrollo tecnológico en una institución académica, en el contexto de un curso de Proyecto Integrador compartido por cinco programas académicos. En los años en que se ha impartido este curso se han desarrollado diversos prototipos innovadores que resuelven necesidades específicas mediante la investigación aplicada.

ABSTRACT

Innovation must be a central part of companies, since investment in research and technological development as a proportion of gross domestic product is positively related to the competitiveness of countries. Some companies have difficulty filling their vacancies with talented people, so universities must work so that students develop the required skills. The project-oriented learning (POL) methodology encourages autonomous work, which, combined with a high level of academic cognitive requirements, enhances innovation. This document describes how the appropriate conditions for innovation and technological development have been created in an academic institution, in the context of a Capstone Project course shared by five academic programs. In the years in which this course has been taught, several innovative prototypes have been developed that solve specific needs through applied research.

ANTECEDENTES

Goñi (2012) argumentó que la innovación debe formar parte central de la vida de las empresas. Dima et al. (2018) analizaron los indicadores relacionados con la economía del conocimiento de los países en la unión europea y el nivel de competitividad en base al índice de competitividad global (Global Competitiveness Index, GCI) publicado por el Foro Económico Mundial. Los autores encontraron una fuerte relación positiva entre la inversión en investigación y desarrollo, como proporción del producto interno bruto, y el índice de

[1] Profesor-Investigador. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. luis.murillo@uaslp.mx
[2] Coordinadora de Ingeniería en Mecatrónica. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. lfelixa@uaslp.mx
[3] Jefe del Departamento de Vinculación. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. jorge.gonzalez@uaslp.mx
[4] Académica. Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. marisol.lara@uaslp.mx

competitividad. Baumann et al. (2016) reportaron que muchas empresas enfrentan dificultades para encontrar gente talentosa que llene las vacantes ofertadas. Por esta razón es importante que las instituciones de educación superior fomenten las capacidades técnicas y de innovación de los estudiantes.

La metodología de aprendizaje orientado a proyectos (POL), también llamada aprendizaje basado en proyectos ha mostrado ser útil para el desarrollo de una amplia gama de competencias de los estudiantes. Guo et al. (2020) revisaron publicaciones de diversos autores en los cuales reportaron los resultados en el desarrollo de competencias mediante la aplicación de POL, encontrando reportes del desarrollo de competencias que fomentan la innovación.

Los proyectos escolares frecuentemente están enfocados en el área de conocimiento relacionada con el curso en el cual se desarrolla el proyecto. Por lo anterior, es conveniente un curso específico para el desarrollo de un proyecto en el cual se integren los conocimientos adquiridos en varios cursos (capstone project). Atendiendo a esta necesidad, en 2011 inició el curso Proyecto Mecatrónico en la carrera Ingeniería en Mecatrónica, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. A partir de 2014 el curso fue adoptado por otras cuatro carreras, y cambió de nombre a Proyecto Integrador (Lara et al., 2019), al cual se le agregan las siglas de la carrera a la cual pertenece el curso específico. Por ejemplo, para Ingeniería en Mecatrónica el curso se llama Proyecto Integrador IMT.

Los estudiantes de nivel licenciatura enfrentan diversos retos al realizar proyectos de desarrollo tecnológico. Por un lado, ellos pueden tener poca experiencia en metodologías de investigación y en el desarrollo e implementación de prototipos que solucionen problemas reales, considerando que el desarrollo de un prototipo requiere la combinación de diferentes disciplinas, incluyendo tópicos que no se cubren en el plan de estudios. Por otro lado, los estudiantes pueden tener limitaciones económicas para cubrir el costo del desarrollo de prototipos que sean funcionales, incluyendo componentes, equipos e infraestructura. Además, es conveniente tomar en cuenta que los estudiantes continúan tomando otros cursos y tienen limitaciones de tiempo. Por lo tanto, es importante proveer las condiciones para que los estudiantes puedan realizar proyectos innovadores cumpliendo con requerimientos y restricciones realistas.

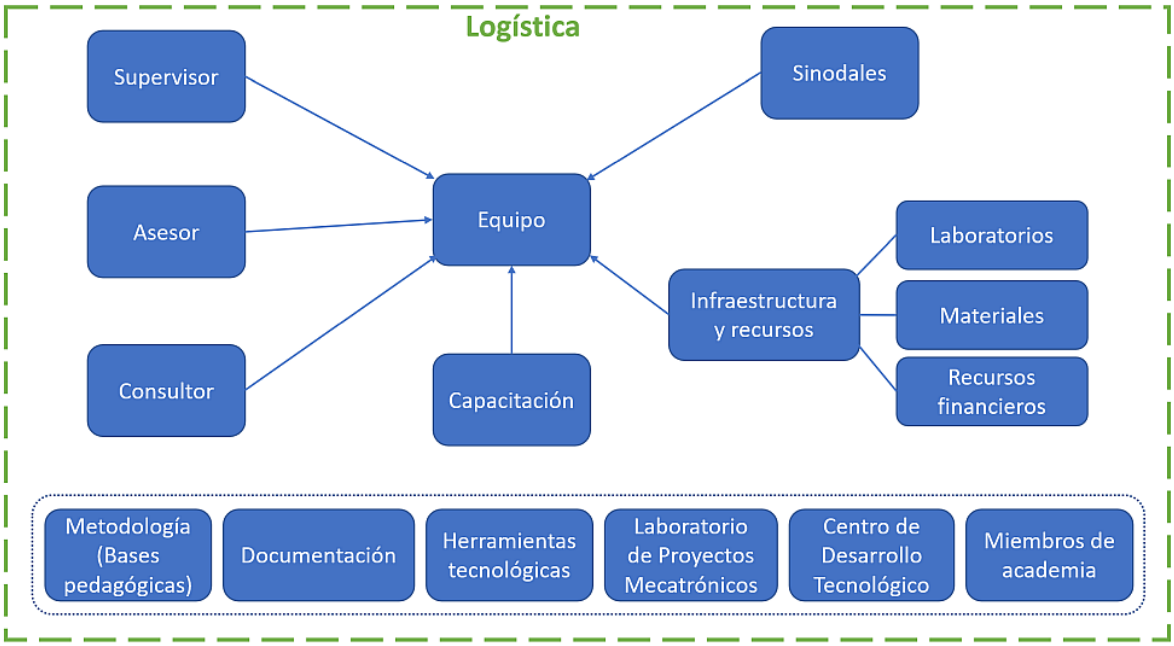
Diversos autores han reportado la implementación de la metodología POL en el aula y sus resultados, pero en la revisión de literatura no se han localizado reportes sobre las condiciones necesarias para la implementación generalizada de la práctica POL. En este documento se describen las condiciones que se han creado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, para fomentar el desarrollo de competencias específicas y transversales de los estudiantes de un curso de Proyecto Integrador que se imparte en cinco carreras, y que en el proceso se logren implementar prototipos innovadores.

METODOLOGÍA

En diversos artículos se han reportado otros componentes del curso Proyecto Integrador. La metodología que se sigue en las sesiones de supervisión de avances, y el proceso general del curso fueron descritos por González et al. (2017).

Por otro lado, Lara et al. (2019) describieron la metodología general para el diseño del proyecto. En este documento se describe cómo se crean en la institución las condiciones que sirven como base para que el curso se desarrolle con éxito. En la Figura 1 se muestran los elementos que dan soporte a los equipos de estudiantes que realizan un proyecto, y que contribuyen a crear las condiciones para la innovación y desarrollo tecnológico.

Figura 1. *Elementos que contribuyen a crear las condiciones para la innovación y el desarrollo tecnológico*



Bases pedagógicas

Inicialmente, se consultaron diversas fuentes para identificar las competencias requeridas en los egresados. Los resultados de las consultas se contrastaron con las competencias que es posible desarrollar utilizando POL de acuerdo con la literatura publicada, y se consultó literatura adicional para identificar actividades que complementaran la metodología y contribuyeran al fomento de algunas competencias. Con base en estas revisiones se definieron las competencias en las cuáles se haría énfasis en este curso.

El diseño del curso se hizo tomando como base la metodología de Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL) desarrollado en la Universidad de Aalborg (Kjersdam & Enemark, 1994), complementando con resultados reportados en literatura relacionada con la metodología POL y el desarrollo de competencias transversales, y haciendo modificaciones para ajustarlo al contexto de la institución. La metodología de las sesiones de supervisión de avances, descrita por González et al. (2017), fomenta el desarrollo de habilidades cognitivas correspondientes a los niveles superiores de la Taxonomía Revisada de Bloom.

Estos niveles son: analizar, evaluar y crear (Anderson et al., 2021, como se citó en Jensen et al., 2014). Durante los años en que se ha impartido este curso se le han hecho diversas modificaciones, pero las bases pedagógicas principales continúan vigentes.

Documentación

El desarrollo de un proyecto generalmente requiere que los estudiantes se enfrenten a incertidumbre y trabajen bajo presión, buscando cumplir con los requerimientos y ajustándose simultáneamente a restricciones técnicas, de tiempo y de recursos. La documentación del curso provee un marco que especifica lo que deben hacer los estudiantes, independientemente del tipo de proyecto que realicen. Con esto se busca que los estudiantes sepan qué se espera de ellos y cómo pueden realizar determinados procesos.

La documentación incluye: (a) normativa sobre el curso, (b) material didáctico sobre la metodología, (c) material didáctico sobre temas de administración y desarrollo de proyectos, (d) rúbricas de evaluación, (e) formatos para diversos procedimientos, (f) material adicional. Este material sirve de guía sobre procesos a llevar a cabo en la institución y el curso, sin eliminar la incertidumbre a la que deben enfrentarse los estudiantes en el desarrollo de su proyecto como parte del proceso de aprendizaje.

Herramientas tecnológicas

Los profesores de los cursos de Proyecto Integrador deben realizar evaluaciones continuamente. Se toman en cuenta muchos aspectos para la integración de las evaluaciones finales, incluyendo evaluaciones por equipo y evaluaciones individuales. También se obtiene la valoración de los atributos de egreso. Obtener los resultados finales requiere gran cantidad de trabajo. Para facilitar esta tarea se cuenta con una herramienta en Microsoft Excel que facilita la captura y concentración de evaluaciones, los cálculos, y el reporte de resultados. Además, se utiliza Microsoft Forms para la captura de evaluaciones en las presentaciones plenarias, las cuales se mencionan posteriormente.

Laboratorios dedicados al curso

Se cuenta con dos laboratorios dedicados a este curso. El Laboratorio de Proyectos Mecatrónicos, creado cuando inició el curso de Proyecto Mecatrónico y el Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) creado cuando cambió el nombre del curso a Proyecto Integrador y fue adoptado por otras carreras. Aunque ambos laboratorios pueden ser utilizados por estudiantes de las cinco carreras, se utiliza principalmente el CDT. Este laboratorio cuenta con espacios para trabajo en equipo, un espacio para capacitación, un taller, y un almacén. Algunos de estos espacios se muestran en la Figura 2. Además, los estudiantes tienen acceso a otros 18 laboratorios en los que pueden realizar procesos específicos.

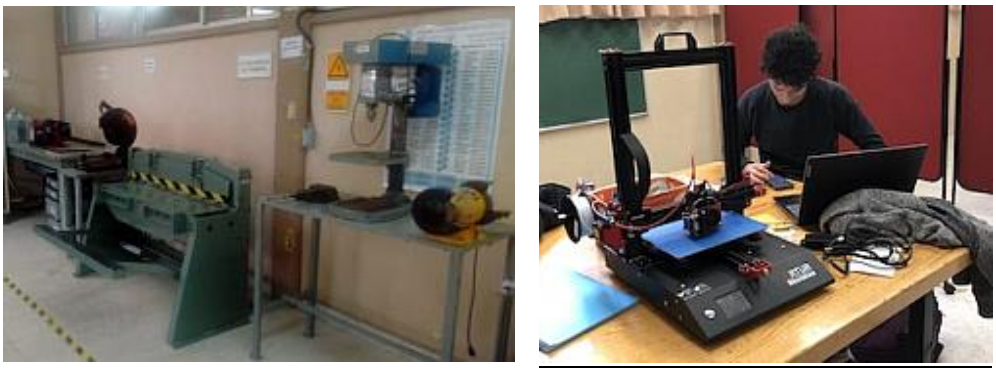
Miembros de la academia y coordinadores

Los profesores que imparten los cursos de Proyecto Integrador y cursos relacionados se reúnen periódicamente. Este grupo revisa y autoriza las propuestas de proyectos, revisa los lineamientos y procedimientos, y da resolución a situaciones especiales. En la evaluación de propuestas de proyectos participan también los coordinadores de las carreras.

Capacitación

Por parte del CDT se ofrece capacitación en tópicos útiles para el desarrollo y presentación del proyecto. Actualmente los temas que se ofrecen son: (a) pensamiento positivo, (b) creatividad, (c) manejo de conflictos, (d) liderazgo, (e) trabajo colaborativo, (f) habilidades para presentación en público, y (g) análisis de costos y fijación de precios. La asistencia a estos cursos es libre y pueden asistir uno o más de los miembros de cada equipo.

Figura 2. *Espacios de trabajo en el CDT*



Trabajo del profesorado con los equipos

El profesor del curso Proyecto integrador toma el rol de supervisor. El desempeño adecuado de este rol es muy importante para lograr el desarrollo de las competencias específicas y transversales, como la capacidad de autoaprendizaje y el pensamiento crítico. Durante cada sesión semanal, el supervisor indaga con el equipo acerca de los principios de ingeniería aplicados, el cumplimiento de los requerimientos, el ajuste a las restricciones, y el cumplimiento de normas, entre otros aspectos del desarrollo del proyecto.

Cada equipo cuenta con un asesor, quien apoya al equipo en temas relacionados con el diseño del proyecto, pero sin resolver los problemas. Los equipos también pueden solicitar asesoría sobre temas específicos a otros profesores o investigadores de la misma institución o de otra institución. A este rol se le llama consultor, y se presenta principalmente cuando el proyecto está relacionado con un área fuera del campo de conocimiento de un ingeniero.

Sesiones de retroalimentación

Durante el curso se llevan a cabo dos sesiones de retroalimentación, llamadas sesiones plenarias. En la primera sesión, cada equipo presenta su anteproyecto ante un cuerpo de sinodales. Los sinodales hacen preguntas y retroalimentan a los miembros del equipo acerca de su anteproyecto. También se les cuestiona acerca de las características del prototipo a desarrollar, y en algunos casos se sugieren alternativas. Esta retroalimentación puede servir a los estudiantes para identificar temas a explorar. Los estudiantes también reciben retroalimentación sobre otros aspectos de su presentación, como la comunicación verbal y no verbal, la forma de vestir, y temas de sustentabilidad y ética. En la segunda sesión plenaria los estudiantes presentan al cuerpo de sinodales los avances de su proyecto. La dinámica es similar, pero en esta ocasión los sinodales pueden cuestionar las decisiones de diseño y sugerir alternativas sobre aspectos específicos del proyecto.

En estas sesiones, los sinodales proporcionan retroalimentación de manera oral o escrita. Adicionalmente a los aspectos técnicos, se busca fomentar competencias de comunicación oral y escrita. El personal del CDT captura la retroalimentación proporcionada por escrito por los sinodales y la pone a disposición de cada equipo, para que puedan considerarlos en el desarrollo de su proyecto y en mejorar sus habilidades de comunicación. Adicionalmente, durante las sesiones se toman videos, los cuales se ponen a disposición de los estudiantes con el fin de que puedan observar su desempeño en la sesión e identificar áreas de mejora. En la Figura 3 se muestran una sesión plenaria para presentación de avances de proyectos.

Figura 3. *Presentación plenaria de avances de proyectos*

Materiales y recursos financieros

Un obstáculo para la realización exitosa de proyectos de desarrollo tecnológico son los recursos con que cuentan los estudiantes. En la institución se han creado mecanismos de apoyo para facilitar el logro de este objetivo. En primer lugar, cada equipo cuenta con un presupuesto establecido para la compra de materiales para su proyecto. Por otro lado, se cuenta con un stock de componentes y materiales disponibles.

Al finalizar el semestre, algunos prototipos se asignan a laboratorios como equipo didáctico y otros son donados a particulares o a instituciones. En algunos casos, una empresa apoya con recursos a los estudiantes y al finalizar el semestre se queda con el prototipo. El resto de los prototipos se desmantelan con el fin de reutilizar los componentes, los cuales son puestos a disposición de los equipos de los siguientes semestres. Este procedimiento ha permitido crear un stock de componentes y materiales que va creciendo con el tiempo. Si los componentes necesarios no se encuentran en el almacén, se puede solicitar su compra.

Presentación final y exposición

Al final del semestre los estudiantes hacen la presentación de sus proyectos en un evento llamado Expo Proyecto Integrador. Este evento consiste en dos partes, la exposición de los proyectos al público en general, y la presentación y defensa de su proyecto ante un panel de sinodales. La presentación al público en general se hace en un espacio amplio, en el cual los

asistentes revisan los proyectos y hablan con los integrantes de los equipos. En la Figura 4 se muestra una imagen de la Expo Proyecto Integrador.

En este evento se hace un concurso en el cual se evalúan los proyectos y los carteles expuestos, participando como juzgado miembros de la institución y representantes de la industria y comercio. Mientras se lleva a cabo la exposición, los equipos asisten por turnos a la presentación y defensa de su proyecto en horarios establecidos a lo largo del día.

Figura 4. *Expo Proyecto Integrador*

Logística.

Para llevar a cabo las actividades mencionadas anteriormente se requiere trabajo de logística previo y a lo largo del semestre. Es necesario poner a disposición de los profesores, asesores, sinodales y estudiantes el material didáctico y la documentación actualizada de los cursos al inicio del semestre. Para las sesiones de retroalimentación plenarias es necesario contar con los espacios, recursos, y la asignación de tareas, lo cual varía dependiendo de la cantidad de estudiantes que tomen el curso.

Durante la Expo Proyecto Integrador, cada equipo presenta su proyecto ante los sinodales del equipo en un espacio separado durante un lapso de 90 minutos. Es necesario organizar los horarios de presentación, apartar y asignar los espacios y proveer los materiales de evaluación para estas presentaciones. Simultáneamente se lleva a cabo el evento abierto al público. Cada equipo cuenta con una mesa, sillas, mamparas, y alimentación eléctrica, esta última por medio de una instalación temporal. A los representantes de la industria y comercio locales también se les asigna un espacio de exposición.

La organización y el desarrollo de estas actividades está a cargo de personal del CDT, incluyendo prestadores de servicio social y becarios, en conjunto con la jefatura de área y las coordinaciones de carrera. También se cuenta con el apoyo de diferentes departamentos de la Facultad.

RESULTADOS

Durante los últimos 9 años se han realizado 452 proyectos, con la participación de 2013 estudiantes. Algunos proyectos se encuentran en laboratorios, y sirven como equipo didáctico que auxilia en el aprendizaje de otros estudiantes. Otros proyectos han sido enfocados a producir un impacto social. Un ejemplo de este tipo de proyectos es una silla de ruedas con un mecanismo que ayuda a los pacientes a adoptar una posición erguida, aumentando su movilidad y autonomía. Este prototipo fue donado a una persona de escasos recursos que se benefició del prototipo diseñado y fabricado por los estudiantes (Acuña, 2023).

Este curso permite que los estudiantes integren el conocimiento y las habilidades que han desarrollado a lo largo de su carrera, aplicándolos en un proyecto de envergadura mayor, como lo define ABET (2022a) en su manual de políticas y procedimientos de acreditación. A través del desarrollo del proyecto, los estudiantes fortalecen sus competencias específicas y transversales. Varios egresados han manifestado la importancia de Proyecto Integrador durante la presentación de su Examen Profesional.

Los estudiantes viven el proceso completo de desarrollo de un prototipo. Inicialmente aplican encuestas a potenciales usuarios para conocer las necesidades. Posteriormente, priorizan las necesidades y establecen los modos de satisfacerlas utilizando despliegue de la función de calidad (QFD). De acuerdo con lo indicado en el estándar ISO 16355-1, la metodología QFD asegura la satisfacción del cliente al ayudar que el diseño del producto cumpla con los requerimientos más importantes para él, desde diferentes niveles y perspectivas (International Organization for Standardization [ISO], 2021). Posteriormente, hacen el proceso iterativo de diseño de ingeniería, cumpliendo en lo general con lo especificado por la Comisión de Acreditación de Ingeniería de ABET (2022b) en los criterios para la acreditación de programas de ingeniería.

La metodología del curso Proyecto Integrador, basada en POL, promueve el trabajo autónomo. La dinámica de las sesiones de supervisión de avances está enfocada en fomentar que los estudiantes apliquen de manera rigurosa los fundamentos de ingeniería y de los campos relacionados con el proyecto, mientras desarrollan el prototipo cumpliendo con diferentes restricciones. Esta forma de trabajo fomenta la innovación. Martín et al. (2017) encontraron que en educación superior la autonomía y los requerimientos cognitivos académicos tienen una relación positiva con la innovación.

Este curso proporciona la experiencia de diseño requerida por los organismos acreditadores de la enseñanza de ingeniería, y es adecuado para la medición de atributos de egreso en base a los criterios especificados por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI, 2021) y ABET (2022b).

La Tabla 1 muestra los resultados de medición de atributos de egreso en un grupo de Proyecto Integrador IMT (n=23) en el semestre 2022-2023. El rango de evaluación es de 1 a 4, y el promedio meta es 3. Se puede observar que en todos los atributos de egreso se logra la meta.

CONCLUSIONES

En este documento se describe cómo se han logrado crear las condiciones para el desarrollo tecnológico y la innovación. Tomando como base el desarrollo de un proyecto, los

estudiantes desarrollan competencias profesionales. Enfrentar la incertidumbre y desarrollar la capacidad de autoaprendizaje y el pensamiento crítico contribuyen a que los egresados estén preparados para las exigencias de un mundo laboral cambiante. El alto nivel cognitivo académico requerido y el trabajo autónomo favorecen la capacidad de innovación.

Tabla 1. *Resultados de la medición de atributos de egreso en un grupo*

Atributo de egreso	Puntuación promedio	Desviación estándar
(1) Capacidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, aplicando principios de ingeniería, ciencia y matemáticas.	3.42	0.37
(2) Capacidad para aplicar el diseño de ingeniería para generar soluciones que cumplan con las necesidades específicas considerando la salud pública, la seguridad, el bienestar, así como factores, globales, culturales, sociales, ambientales y económicos.	3.32	0.33
(3) Capacidad para comunicarse de manera efectiva con un rango de audiencias.	3.46	0.37
(4) Capacidad para reconocer la responsabilidad ética y profesional en situaciones de ingeniería, además de hacer juicios documentados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en el contexto global, económico, ambiental y social.	3.34	0.38
(5) Capacidad para adaptarse en el trabajo de equipos multidisciplinarios, cuyos miembros en conjunto proveen liderazgo, creando un ambiente colaborativo e inclusivo, establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos.	3.59	0.38
(6) Capacidad para diseñar y conducir experimentos, así como analizar e interpretar información, y usar un juicio ingenieril para llegar a conclusiones.	3.39	0.34
(7) Capacidad para adquirir y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, usando estrategias apropiadas de aprendizaje.	3.03	0.79

El desarrollo tecnológico e innovación logrados en los proyectos integradores no serían posibles sin las condiciones adecuadas. Esto se logra mediante un esfuerzo conjunto a nivel del Área Mecánica y Eléctrica con el apoyo de las autoridades de la Facultad de Ingeniería. Lo más relevante es el factor humano, ya que, se cuenta con la participación comprometida del personal del área académica, el personal de apoyo, y los estudiantes que participan colaborando en el Centro de Desarrollo Tecnológico.

BIBLIOGRAFÍA

Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET] (2022a). *Accreditation policy and procedure manual (APPM), 2023-2024*. https://www.abet.org/wp-content/uploads/2023/01/23-24-APPM_FINAL.pdf

Accreditation Board for Engineering and Technology [ABET] (2022b). *Criteria for accrediting engineering programs, 2023 – 2024*. https://www.abet.org/wp-content/uploads/2023/01/23-24-EAC-Criteria_FINAL.pdf

Acuña, B. (2 de marzo de 2023). Alumnos de la UASLP, fabrican primera silla autónoma e independiente para pacientes. *El Sol de San Luis*. https://www.elsoldesanluis.com.mx/local/fabrican-primera-silla-autonoma-e-independiente-para-pacientes-9704462.html

Anderson, L., & Krathwohl, D. (Eds.) (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Pearson

Baumann, T., Mantay, K., Swanger, A., Saganski, G., & Stepke, S. (2016). Education and innovation management: A contradiction? How to manage educational projects if innovation is crucial for success and innovation management is mostly unknown. *Procedia- Social and Behavioral Sciences, vol. 226*, pp. 243–251. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.185

Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (2021). *Marco de Referencia 2018 para la acreditación de programas de Ingeniería. Criterios e indicadores*. http://cacei.org.mx/docs/marco_ing_2018.pdf

Dima, A., Begu, L., Vasilescu, M., & Maassen, M. (2018). The relationship between the knowledge economy and global competitiveness in the European Union. *Sustainability*, *10*(6), pp. 1706. https://doi.org/10.3390/su10061706

González, L., Cárdenas, J. y Arellano, J. (2017). Desarrollo de habilidades del pensamiento de orden superior a través de actividades de desempeño. *Revista ANFEI Digital* (6). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/360

González, L., Félix, L. y Oviedo, F. (2021). Desarrollo de competencias y medición de resultados en proyectos integradores impartidos remotamente. *Revista ANFEI Digital*, (13). https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/760

Goñi, J. (2012). *Mentefactura: El cambio del modelo productivo. Innovar sobre intangibles del trabajo y la empresa*. Ediciones Díaz de Santos.

Guo, P., Saab, N., Post, L., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, *vol. 102*. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586

International Organization for Standardization [ISO] (2021). *ISO 16355-1:2021(en). Application of statistical and related methods to new technology and product development process—Part 1: General principles and perspectives of quality function deployment (QFD)*. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:16355:-1:ed-2:v1:en

Jensen, J., McDaniel, M., Woodard, S., & Kummer, T. (2014). Teaching to the test...or testing to teach: exams requiring higher order thinking skills encourage greater conceptual understanding. *Educational Psychology Review, vol. 26*(2), pp. 307-329. https://eric.ed.gov/?id=EJ1036773

Kjersdam, F., & Enemark, S. (1994). *The Aalborg experiment. Project innovation in university education*. Aalborg Universitetsforlag. https://vbn.aau.dk/en/publications/the-aalborg-experiment-project-innovation-in-university-education-2

Lara, B., Castro, V., González, J., Oviedo, F. (2019). Metodología para el desarrollo del proyecto integrador en programas del área de Ingeniería Mecánica Eléctrica. *Revista ANFEI Digital, vol. 6*(11). http://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/586

Martín, P., Potočnik, K., & Fras, A. (2017). Determinants of students' innovation in Higher Education. *Studies in Higher Education*, *vol. 42*(7), pp. 1229–1243. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03075079.2015.1087993

Reus, A. (2022). *La formación de ingenieros enfocada a la Mentefactura.* XLVII Reunión General de Directores ANFEI. La formación de ingenieros para la innovación. Guanajuato, Guanajuato. https://www.anfei.mx/site/wp-content/uploads/2022/11/C2_JARM.pdf