

ENFOQUE PRÁCTICO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE CIENCIAS BÁSICAS EN LA FORMACIÓN DE PROFESIONALES DE INGENIERÍA

PRACTICAL TEACHING AND LEARNING METHODS FOR BASIC SCIENCES IN ENGINEERING TRAINING

R. Mendoza Vázquez¹
A. J. Vázquez Vallejo²
A. R. Mendoza Vázquez³
S. M. Varela López⁴

RESUMEN

El presente artículo propone un enfoque práctico en la enseñanza de las ciencias básicas para la formación integral de estudiantes de ingeniería. Este enfoque se basa en los 8 principios para la creatividad y la innovación en los negocios de Argenis Bauza, complementados con 13 aspectos y 7 rubros para la formación integral de los estudiantes. Los 8 principios para la enseñanza-aprendizaje de ciencias básicas para docentes y estudiantes son: a) Enamorarse de las matemáticas, b) Expandir la creatividad, c) Innovación disruptiva, d) Desarrollar la imaginación, e) Si no se te ocurre nada, ¡copia!, f) Improvisa, g) Prueba, prueba y prueba y h) El poder de una historia-analogía. Para evaluar la efectividad del enfoque práctico, se aplicaron exámenes diagnósticos a 1161 estudiantes de diferentes cursos de matemáticas. Los resultados muestran una tendencia gradual en la aceptación de la metodología a medida que los estudiantes avanzan en su carrera.

ABSTRACT

This article proposes a practical approach to teaching basic sciences for the integral education of engineering students. This approach is based on the 8 principles for creativity and innovation in business by Argenis Bauza, complemented by 13 aspects and 7 categories for the integral education of students. The 8 principles for teaching and learning basic sciences for teachers and students are: a) Falling in love with mathematics, b) Expanding creativity, c) Disruptive innovation, d) Developing imagination, e) If you can't think of anything, copy it! f) Improvise, g) Test, test, and test, and h) The power of a story-analogy. To evaluate the effectiveness of the practical approach, diagnostic exams were applied to 1161 students from different mathematics courses. The results show a gradual trend in the acceptance of the methodology as students' progress in their careers.

ANTECEDENTES

México de acuerdo con el examen estadístico de la Organización Mundial del Comercio (World Trade Organization, 2023) es líder en exportación de productos automotrices (4°) y uno de los principales exportadores e importadores: de mercancías del mundo (13°), productos agrícolas y alimentos (9°) en servicios comerciales (30°), productos manufacturados (7°), hierro y acero (6°), equipos de oficina y telecomunicaciones (10°). Con base en este análisis, podemos afirmar que México se caracteriza por ser un país

¹ Docente del Depto. de Ciencias Básicas. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITP). raymundo.mendoza@puebla.tecnm.mx

² Docente del Depto. de Ciencias Básicas. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITP). angelica.vazquez@puebla.tecnm.mx

³ Docente del Depto. de Ciencias Básicas & Estudiante de la Maestría en Ingeniería Electrónica. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITP). antonioraymundo.mendoza@puebla.tecnm.mx

⁴ Jefe del Depto. de Ciencias Básicas. TecNM/Instituto Tecnológico de Puebla (ITP). sebastianmiguel.varela@puebla.tecnm.mx

manufacturero, donde la concepción del trabajo ha estado ligada durante décadas a acciones físicas y repetitivas.

Según William Brody (s.f., como se citó en Alemán, 2021), “Conocimiento genera innovación. Innovación genera productividad. Productividad genera crecimiento económico”. Se destaca la importancia del conocimiento como: a) motor del crecimiento económico, b) base para la innovación, c) que conduce a una mayor productividad y d) finalmente a un mayor bienestar social.

La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Básicas en el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP) han experimentado una transformación significativa en los últimos años, especialmente antes, durante y después de la pandemia. Esta situación ha acentuado la importancia de un enfoque práctico en la enseñanza, utilizando ejercicios de aplicación que privilegian el trabajo intelectual de los estudiantes.

METODOLOGÍA

El enfoque práctico en la enseñanza de las ciencias básicas, incluyendo Matemáticas (resolución de problemas de la vida cotidiana), Química (realización de experimentos), Dibujo (elaboración de planos y diseños), Física (experimentos en el laboratorio), Probabilidad y Estadística (análisis de datos para toma de decisiones) ofrece diversos beneficios:

- ✓ Mejora la comprensión: Los estudiantes visualizan y aplican los conceptos teóricos a situaciones reales, lo que facilita su comprensión y retención.
- ✓ Desarrolla habilidades: Se fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo, habilidades esenciales para el éxito profesional.
- ✓ Motiva a los estudiantes: El aprendizaje se vuelve más dinámico y atractivo, lo que aumenta la participación y la motivación de los estudiantes.

El Área de Matemáticas del Departamento de Ciencias Básicas (DCB) del ITP, inspirada en el concepto de "Mentefactura" (aprendiente que innova) de Juan José Goñi Zabala desarrolló la metodología para la formación integral de los estudiantes de ingeniería, enfocada en las etapas: *Pre-ingreso*, *Propedéutica*, *Tutorial*, *Académica* y *Matemática* (Figura 1) centrándose en 13 aspectos esenciales para el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería, agrupados en 7 rubros:

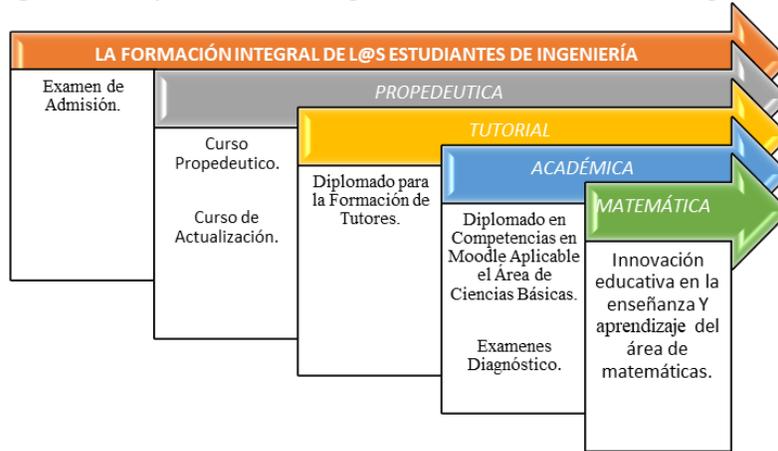
- a. *PAP*: Puntualidad, Asistencia y Participación.
- b. *ETAME*: Enseñanza Tradicional Analítica /Matemática Eficiente.
- c. *AP*: Uso de Aplicaciones/Programas en su celular/Tablet/laptop.
- d. *EFP*: Evaluación Formativa a través de Problemas.
- e. *ESCI*: Evaluación Sumativa Colaborativa e Individual.
- f. *PI*: Presentaciones en Inglés de los temas a estudiar.
- g. *AIM*: Actitud, Interés y Motivación de los aprendices (Goñi, 2012; Mendoza et al., 2020).

La evolución de esta metodología ha impulsado el intelecto y la creatividad de nuestros estudiantes y docentes. Se ha observado un mayor interés y participación en las clases, así

como un mejor rendimiento académico y un desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico y creativo. Se ha evidenciado un mejor desempeño, creando metas en:

- *Corto plazo*: Cursos de tronco común del área de Ciencias Básicas.
- *Mediano plazo*: Cursos de especialidad.
- *Largo plazo*: Etapas de residencia profesional y trabajo, impactando la eficiencia terminal y el éxito al conseguir empleo al terminar sus estudios.

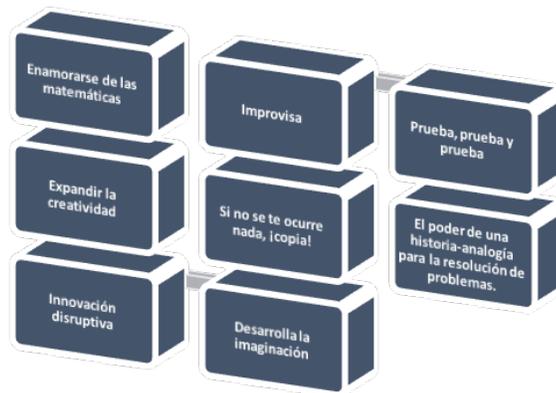
Figura 1. La formación integral de los estudiantes de ingeniería



Fuente: Mendoza et al. (2020)

Los principios de mentefactura en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Básicas para docentes y estudiantes (Figura 2), basados en los 8 Principios para la Creatividad y la Innovación en los Negocios de Argenis Bauza (Curiosidad, Conexión, Experimentación, Colaboración, Diversión Reflexión, Autoevaluación, Transferencia), complementados por los 13 aspectos y 7 rubros para la formación integral de los estudiantes de ingeniería fortalecen el desarrollo de habilidades y competencias en el área de ciencias básicas, impulsando la creatividad, la innovación y el pensamiento crítico (Bauza, 2022).

Figura 2. Los 8 principios de Mentefactura en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas para docentes y estudiantes en el área de matemáticas



Los 8 principios propuestos en la enseñanza-aprendizaje de Ciencias Básicas con enfoque práctico en la formación de profesionales de ingeniería para docentes y estudiantes son:

1. Enamorarse de las matemáticas: La clave para el éxito en ingeniería

El punto de partida es presentar a los estudiantes un problema de aplicación real y cautivador. Esto no se trata de memorizar fórmulas o resolver ecuaciones sin sentido, sino de comprender la belleza y la utilidad de las matemáticas en el mundo real. Este problema debe ser relevante para su futura carrera como ingenieros y despertar su curiosidad e interés. Al comprender las causas del problema y cómo las matemáticas pueden ayudar a resolverlo, los estudiantes estarán más motivados para aprender. Es importante que los *estudiantes reconozcan las herramientas matemáticas que ya conocen y que han aprendido desde la infancia.*

- El problema es el punto de partida.
- Las matemáticas son herramientas poderosas.
- El aprendizaje debe ser activo y participativo.

2. Expandir la creatividad: La libertad para innovar en la resolución de problemas

La creatividad es una de las habilidades más importantes para un estudiante de ingeniería. Permite a los estudiantes pensar fuera de la caja y encontrar soluciones innovadoras a los problemas brindándoles la libertad de utilizar todas las herramientas disponibles para su resolución: *Apuntes, libros, formularios, calculadoras, aplicaciones y búsqueda en internet.*

- Proporciona a los estudiantes acceso a una variedad de herramientas.
- No limita la creatividad con reglas estrictas.
- Fomenta la exploración y la experimentación.

3. Innovación disruptiva: Fomentar la diversidad en el aprendizaje

La innovación disruptiva en la enseñanza busca romper los métodos tradicionales y ofrecer a los estudiantes diferentes formas de aprender y resolver problemas. Los estudiantes aprenden de diferentes maneras. Algunos son más visuales, otros auditivos, otros kinestésicos y algunos la mezcla de los tres.

Fomenta a los estudiantes a explorar diferentes estrategias y a utilizar las herramientas que mejor se adapten a su estilo de aprendizaje: *Matemática-Analítica, Gráfica-Bosquejo, Tabular-Tabla, Calculadora Científica y Aplicación Matemática, así como, la tecnología educativa.*

- No existe una única forma correcta de aprender.
- Es importante ofrecer a los estudiantes diferentes opciones.
- Los estudiantes deben ser los protagonistas de su propio aprendizaje.

4. Desarrolla la imaginación: La clave para un futuro incierto

La imaginación es una herramienta fundamental para los futuros ingenieros. Les permite visualizar soluciones innovadoras a problemas aún no conocidos y generar ideas de cambio que transformarán el mundo. Desarrolla y ejercita la imaginación de los estudiantes como si fuera un músculo, preparándolos para enfrentar los desafíos del futuro con creatividad y visión. *La imaginación no es un don innato, sino una habilidad que se puede desarrollar con la práctica.*

- La imaginación es una habilidad que se puede desarrollar.
- Estimula la imaginación de tus estudiantes con diferentes estrategias.
- Prepáralos para enfrentar un futuro incierto con soluciones innovadoras.

5. Si no se te ocurre nada, ¡copia!: Aprende de los demás

En ocasiones, la falta de ideas puede ser un obstáculo frustrante para los futuros ingenieros. Aprender de los demás no significa simplemente imitar, sino absorber conocimientos y técnicas para encontrar su propia creatividad en la solución de un desafío. La historia está llena de grandes artistas, científicos e inventores que se inspiraron en el trabajo de otros. Esto nos lleva a motivar a los estudiantes a aprender de los maestros, aprender de sus compañeros y absorber conocimientos y técnicas para posteriormente ser utilizadas para encontrar su propia creatividad.

- Copiar no es un pecado, es una forma de aprender.
- No límites a los estudiantes a imitar, mejor enseña a reinterpretar y crea algo nuevo.
- Aprende de los maestros, pero no te olvides de encontrar tu propia forma de aprender

6. Improvisa: La flexibilidad como herramienta para el éxito.

En el mundo actual, la capacidad de resolver problemas de forma creativa y sencilla es una habilidad fundamental. Desarrolla en los futuros ingenieros la flexibilidad en la resolución de problemas matemáticos, utilizando diferentes estrategias y adaptándote a las circunstancias cambiantes. La resolución de problemas matemáticos no se trata solo de memorizar fórmulas y aplicarlas mecánicamente. Se trata de comprender los conceptos, analizar la situación y encontrar la mejor solución posible.

- No hay una única forma de resolver un problema.
- Sé flexible y adaptable en tu enfoque.
- No tengas miedo de experimentar y probar nuevas ideas.
- Confía en tu capacidad para encontrar soluciones creativas.

7. Prueba, prueba y prueba: La persistencia como clave del éxito.

Invita a los futuros ingenieros a adoptar una actitud persistente en la búsqueda de soluciones, utilizando la prueba y el error como herramientas de aprendizaje. La persistencia no significa simplemente repetir el mismo proceso una y otra vez. Se trata de aprender de cada intento, identificar errores y ajustar tu enfoque hasta alcanzar el éxito. La prueba y el error, combinados con la persistencia, convierten a un ingeniero resiliente el cual es capaz de adaptarse, recuperarse y prosperar para resolver cualquier problema de aplicación.

- No hay problema que no pueda ser resuelto con persistencia y esfuerzo.
- Aprende de tus errores y úsalos como oportunidades de aprendizaje.
- No tengas miedo de experimentar y probar nuevas ideas.
- Confía en tu capacidad para encontrar soluciones exitosas.

8. El poder de una historia-analogía para la resolución de problemas: aprendiendo a través de la experiencia.

Las historias y analogías son herramientas poderosas que nos permiten conectar con nuestras emociones, comprender conceptos complejos y encontrar soluciones creativas a los problemas. Las matemáticas no siempre tienen que ser abstractas y aburridas. A veces, la mejor manera de entender un concepto matemático es a través de una experiencia personal.

- Las matemáticas pueden ser divertidas y relevantes para tu vida.
- No tengas miedo de ser creativo y usar tu imaginación.
- Aprender a través de la experiencia es una forma efectiva de entender las matemáticas.

RESULTADOS

Para evaluar la efectividad de la metodología Mentefactura en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas, se aplicaron exámenes diagnósticos a estudiantes de los cursos de matemáticas. La muestra estuvo compuesta por 1161 estudiantes (Tabla 1). Los exámenes diagnósticos consistieron en 10 reactivos de opción múltiple que evaluaron el conocimiento previo de los estudiantes en temas como la resolución de problemas de aplicación, el pensamiento crítico y la creatividad. Para obtener una muestra real, se prohibió a los estudiantes de ingeniería utilizar cualquier aplicación con Inteligencia Artificial (IA) durante la evaluación y se les solicitó responder de manera honesta y veraz.

Si analizamos los porcentajes más bajos se destacan los temas de funciones polinomiales y sus gráficas para CD (Figura 3), sistemas de ecuaciones y desigualdades para AL (Figura 5) que contrastan con los porcentajes más altos en los temas de intervalos, graficas & modelos, modelos lineales & razones de cambio y derivación para CI (Figura 4), vectores para AL (Figura 5), integración para CV (Figura 6), vectores en el plano, producto escalar y producto vectorial de vectores para ED (Figura 7).

Se puede observar que los estudiantes han aceptado satisfactoriamente la metodología un promedio de 32% de los estudiantes evaluados en los cursos de matemáticas destacando con el mayor porcentaje de éxito los cursos de Cálculo Integral (44%) y los menores resultados el curso de Cálculo Diferencial (22%) como consecuencia del cambio de metodología (transición) de nivel medio superior a sus estudios de ingeniería (Figura 8).

Tabla 1. Número de estudiantes evaluados por curso y competencias previas requeridas en cursos previos

<i>No. de Estudiantes</i>	<i>Curso Actual ENE-JUN 2024</i>	<i>Cursos Previos 2023,2022,2021</i>
174	Cálculo Diferencial (CD)	Precálculo
433	Cálculo Integral (CI)	CD
365	Álgebra Lineal (AL)	CD, CI
107	Cálculo Vectorial (CV)	CD, CI, AL
82	Ecuaciones Diferenciales (ED)	CD, CI, AL, CV
1161		

Figura 3. Porcentaje de competencias previas evaluadas exitosamente y por mejorar a través de la evaluación de ejercicios de aplicación vía exámenes diagnóstico de los cursos de Cálculo Diferencial

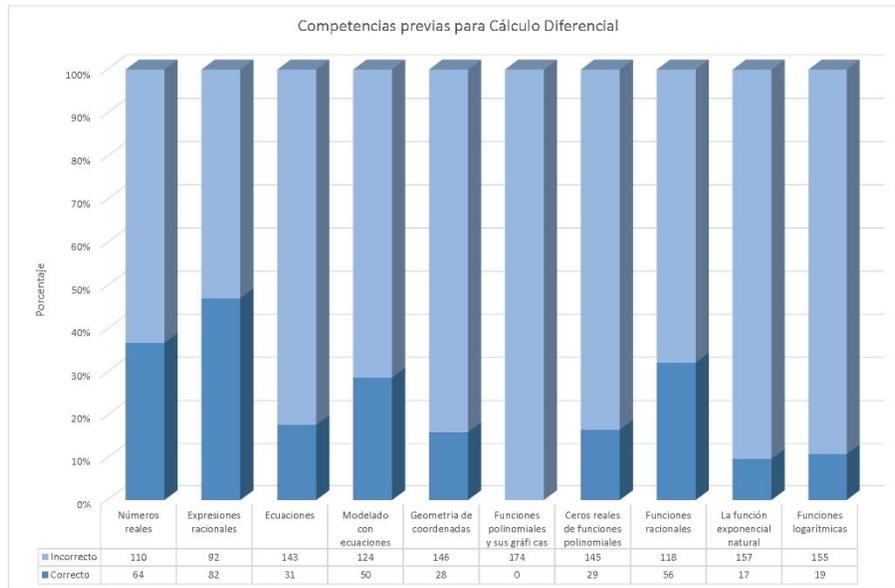


Figura 4. Porcentaje de competencias previas evaluadas exitosamente y por mejorar a través de la evaluación de ejercicios de aplicación vía exámenes diagnóstico de los cursos de Cálculo Integral

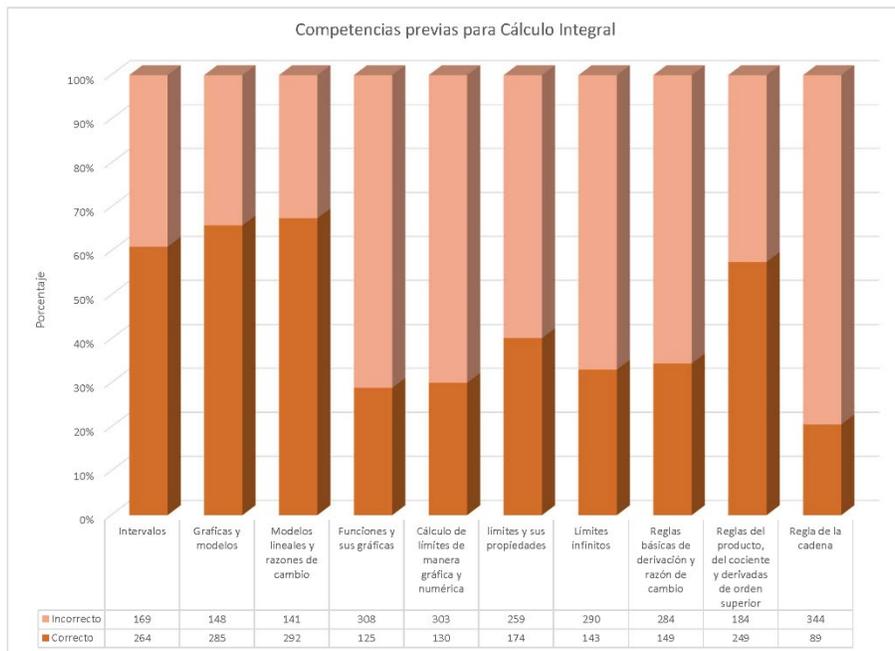


Figura 5. Porcentaje de competencias previas evaluadas exitosamente y por mejorar a través de la evaluación de ejercicios de aplicación vía exámenes diagnóstico de los cursos de Álgebra Lineal

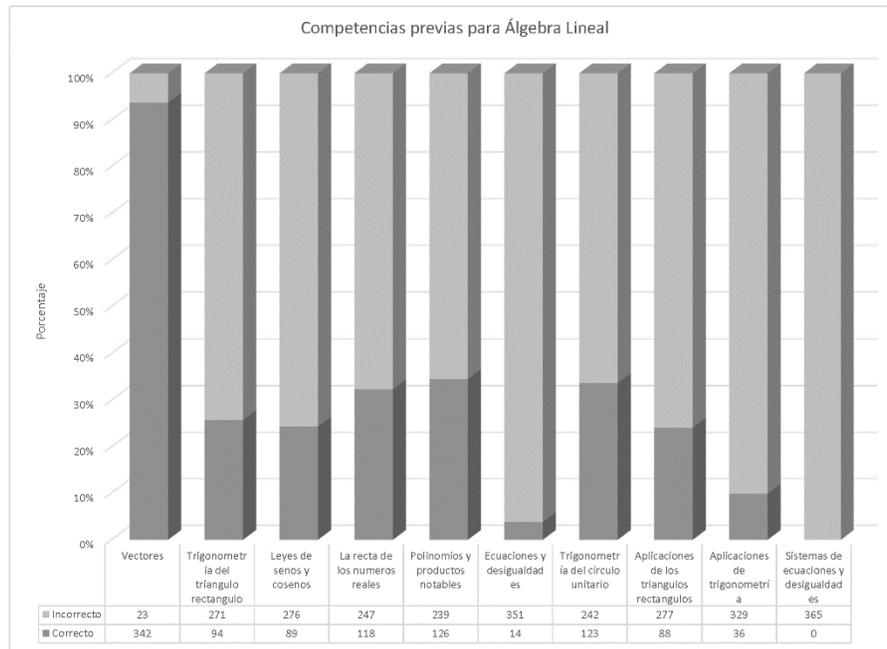


Figura 6. Porcentaje de competencias previas evaluadas exitosamente y por mejorar a través de la evaluación de ejercicios de aplicación vía exámenes diagnóstico de los cursos de Cálculo Vectorial

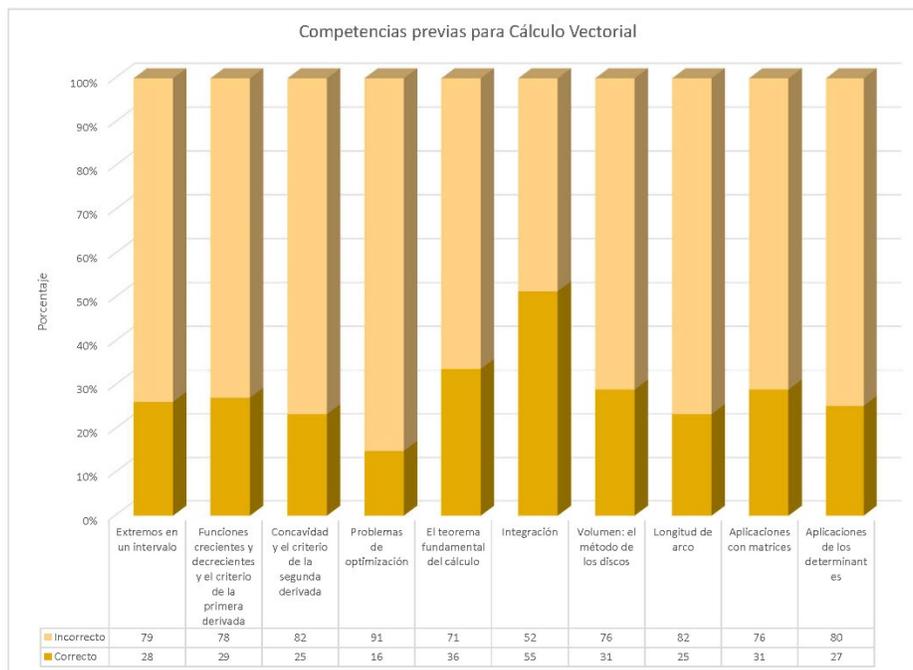


Figura 7. Porcentaje de competencias previas evaluadas exitosamente y por mejorar a través de la evaluación de ejercicios de aplicación vía exámenes diagnóstico de los cursos de Ecuaciones Diferenciales

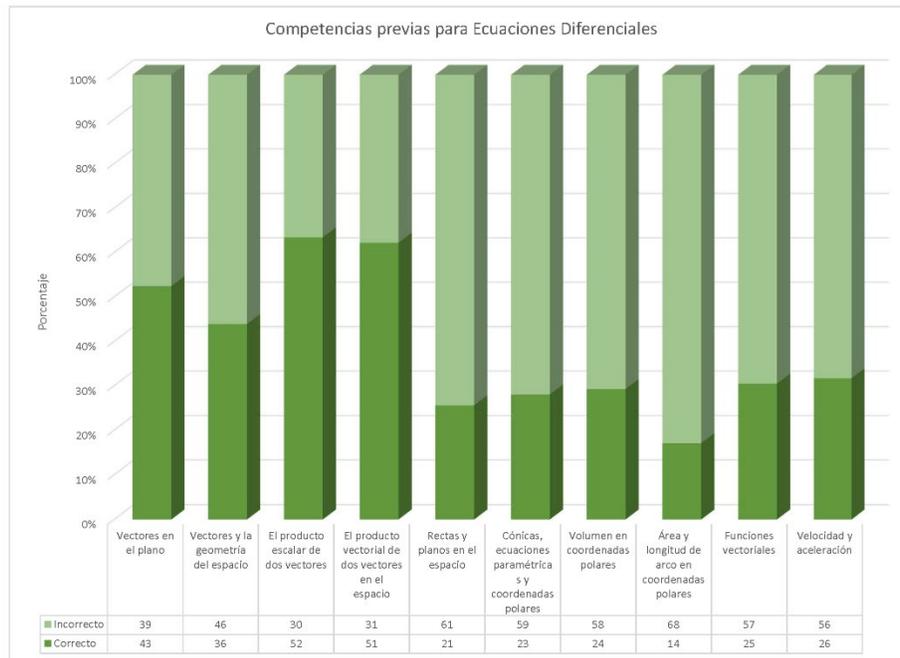
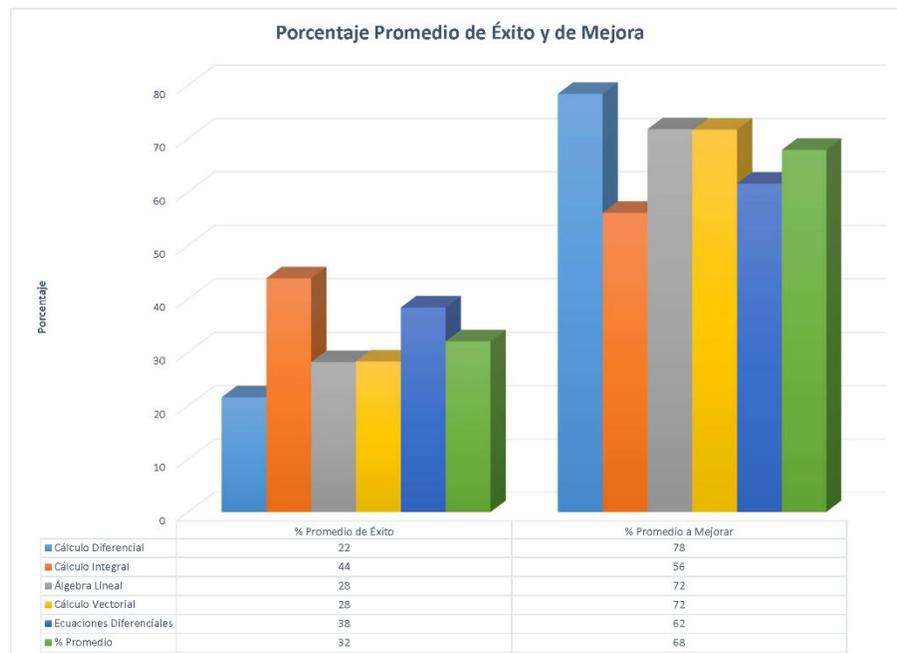


Figura 8. Porcentaje promedio de competencias previas evaluadas exitosamente y por mejorar en los cursos de Matemática



CONCLUSIONES

La metodología Mentefactura basada en los 8 principios propuestos para la enseñanza-aprendizaje de ciencias básicas con enfoque práctico en la formación de profesionales de ingeniería ha demostrado ser efectiva en la mejora del aprendizaje de los estudiantes. Los resultados de los exámenes diagnósticos indican que la mayoría de los estudiantes (32%) han aceptado satisfactoriamente la metodología, con un mayor porcentaje de éxito en los cursos de Cálculo Integral (44%). Se observa una tendencia gradual en la aceptación de la metodología, con mejores resultados en cursos posteriores (CI, CV y ED) que en cursos previos (CD y AL). Esto indica que la metodología Mentefactura tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes a medida que se familiarizan con ella.

BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, E. (6 de febrero de 2021). Mentefactura - La creatividad e intelecto como halo de la economía. *Siglo Nuevo*. <https://siglonuevo.mx/nota/2536.mentefactura>
- Bauza, A. (4 de noviembre de 2022). 8 principios para la Creatividad y la Innovación en los Negocios. *Linkedin.com*. https://es.linkedin.com/pulse/8-principios-para-la-creatividad-y-innovaci%C3%B3n-en-los-negocios-bauza?trk=pulse-article_more-articles_related-content-card
- Goñi, J. (2012). *Mentefactura: El cambio del modelo productivo. Innovar sobre intangibles del trabajo y la empresa*. Ediciones Díaz de Santos
- Mendoza, R., Vázquez, A. y Varela, S. (2020). Innovación educativa en la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas en la formación de ingenieros. *Revista Electrónica ANFEI Digital*. <https://www.anfei.mx/cni2020/sesiones-de-ponencias/sala-2/resumen/8/>
- World Trade Organization (2023). *World Trade Statistical Review 2023*. https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wtsr_2023_e.pdf