

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 Vázquez¹
A. J. Vázquez Vallejo²
A. R. Mendoza Vázquez³
M. A. Lezama Rojas⁴

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, Representación Simbólica y Angular 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 diagnóstica 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.

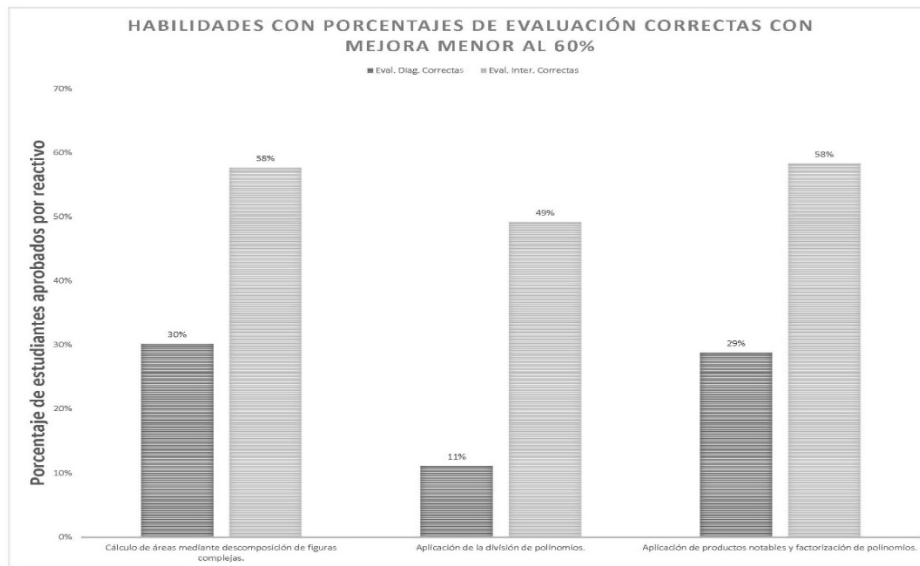


Figura 2. Análisis comparativo de las evaluaciones inicial e intermedia del Curso de Actualización 2024, con énfasis en las competencias previas que alcanzaron con una mejora entre el 60% y 70% mediante la resolución de ejercicios de aplicación.

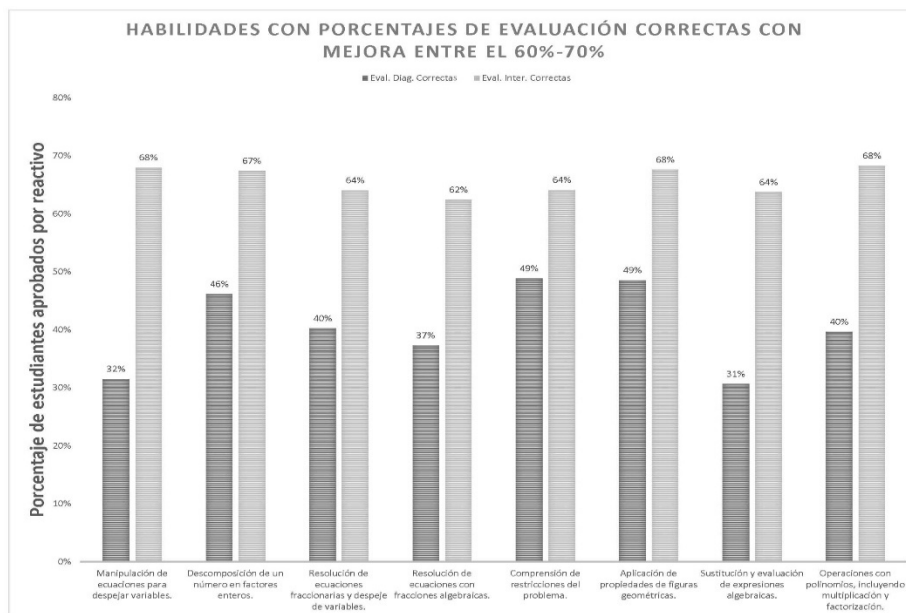
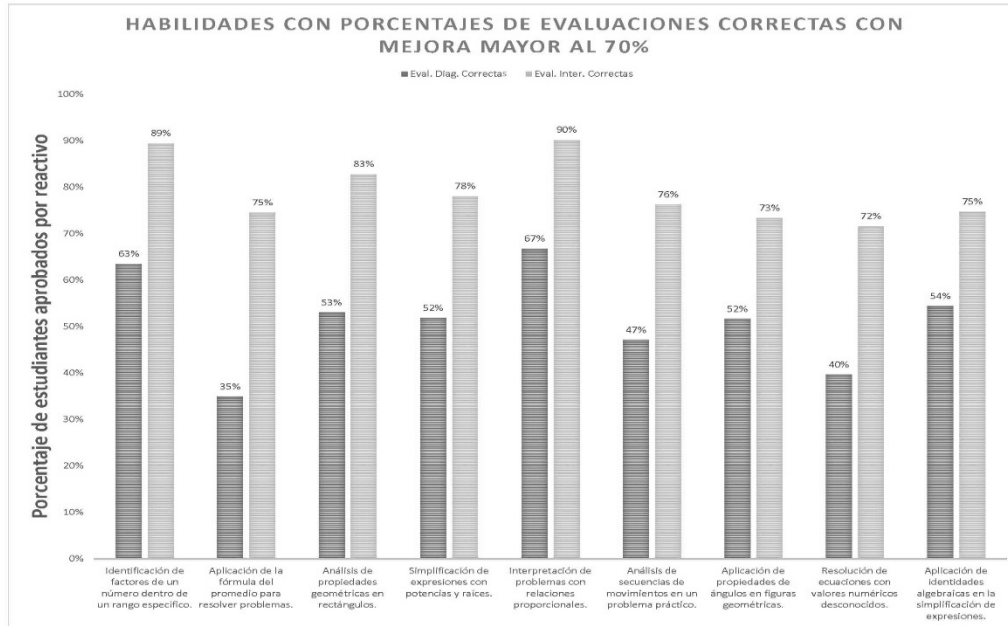


Figura 3. Análisis comparativo de las evaluaciones inicial e intermedia del Curso de Actualización 2024, con énfasis en las competencias previas que alcanzaron una mejora superior al 70% mediante la resolución de ejercicios de aplicación.



II. Segunda parte del análisis.

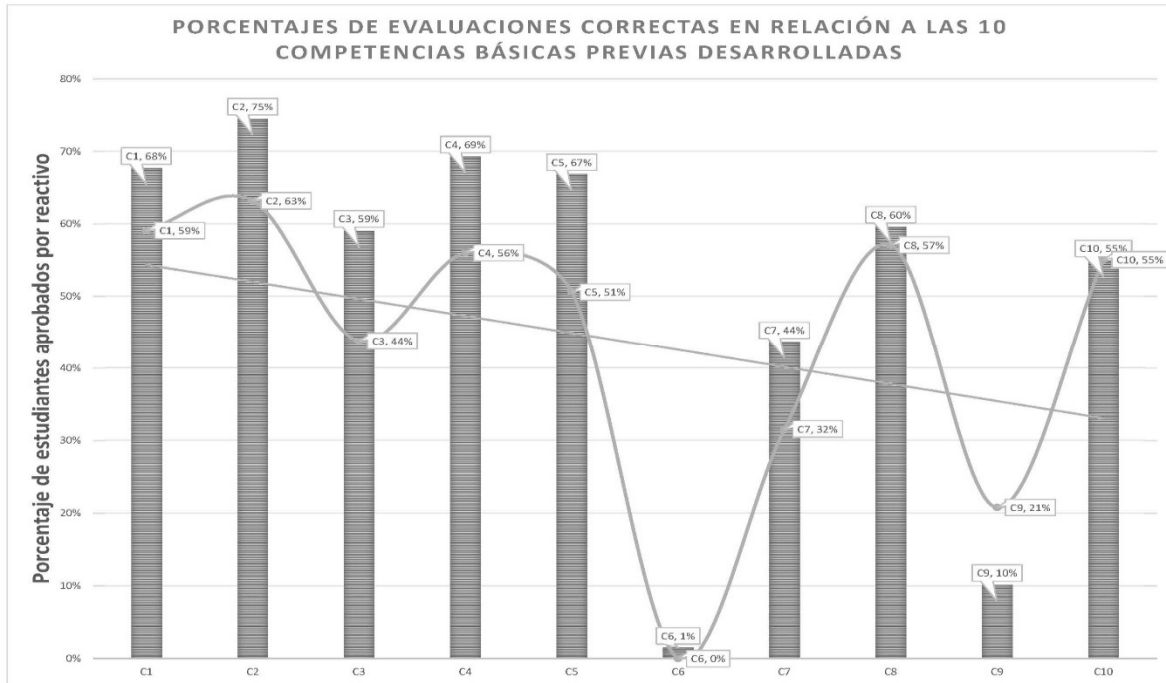
El análisis de resultados revela que las competencias básicas C-6, C-9 y C-7 obtuvieron los porcentajes más bajos de respuestas correctas, con valores de 1%, 10% y 44%, respectivamente, como se observa en la Figura 4.

- 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). *Rerrepresentación Simbólica y Angular 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>.