Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios
e-ISSN: 3028-4074

Artículo científico de investigación

La enseñanza del cálculo diferencial en la formación de ingenieros: retos y perspectivas

Teaching differential calculus in engineering education: challenges and perspectives

Abraham Rico Segura
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia
abraham.rico@uptc.edu.co; https://orcid.org/0009-0005-9659-4169
Edwin Tovar Briñez
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Sogamoso, Colombia
edwin.tovar@uptc.edu.co; https://orcid.org/0000-0001-9116-6839

Recepción: 29 de octubre de 2025
Aceptado: 18 de diciembre de 2025
Publicado: 31 de enero de 2026

¿Cómo citar este artículo?

Rico Segura, A., & Tovar Briñez, E. (2026). La enseñanza del cálculo diferencial en la formación de ingenieros: retos y perspectivas. *Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios*, *3*(1), 135-146. https://doi.org/10.65705/RHOMU.v3i1.80.

Copyright: © 2026 Abraham Rico Segura, Edwin Tovar Briñez; Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

RESUMEN

El cálculo diferencial es una herramienta fundamental en la formación de ingenieros, no solo por su capacidad para modelar y resolver problemas técnicos, sino también por su impacto en el desarrollo del pensamiento analítico y la toma de decisiones. Este estudio analiza la relevancia del cálculo en diferentes campos de la ingeniería, destacando la necesidad de integrar aplicaciones prácticas y contextos reales en su enseñanza. Asimismo, se discuten los retos metodológicos actuales y se proponen enfoques didácticos centrados en el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias profesionales.

PALABRAS CLAVE: Cálculo diferencial, formación de ingenieros, resolución de problemas, aplicaciones prácticas, didáctica matemática.

ABSTRACT

Differential calculus is a fundamental tool in the education of engineers, not only for its ability to model and solve technical problems but also for its impact on the development of analytical thinking and decision-making skills. This study analyzes the relevance of calculus across various engineering fields, emphasizing the need to integrate practical applications and real-world contexts into its teaching. Additionally, it discusses current methodological challenges and proposes didactic approaches focused on meaningful learning and the development of professional competencies.

KEYWORDS: Differential calculus, engineering education, problem solving, practical applications, mathematics didactics.

INTRODUCCIÓN

El cálculo diferencial es un pilar fundamental en la formación de los ingenieros, proporcionando herramientas esenciales para analizar, modelar y resolver problemas complejos en diversos campos de la ingeniería (González et al., 2018). Esta rama de las matemáticas avanzadas capacita a los futuros profesionales con conocimientos y técnicas indispensables para abordar desafíos tecnológicos en áreas como la mecánica, la electrónica, la ingeniería civil, la biotecnología, entre otras.

Sin embargo, la enseñanza de esta disciplina presenta importantes retos y oportunidades que deben ser analizados y abordados con detenimiento, con el fin de mejorar la calidad y la eficacia de la educación en ingeniería. Este artículo tiene como objetivo examinar los principales desafíos que enfrentan los docentes en la enseñanza del cálculo diferencial, así como las perspectivas más prometedoras para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta materia fundamental.

DESARROLLO

Desafíos

Partimos de uno de los principales retos el cual está relacionado con la diversidad de conocimientos previos que traen los estudiantes de ingeniería al ingresar a la universidad. Muchos jóvenes llegan con una comprensión limitada de los conceptos matemáticos básicos, lo cual dificulta considerablemente la asimilación de los temas más avanzados y abstractos del cálculo diferencial (Ministerio de Educación Nacional, 2023). Esta heterogeneidad en la formación previa de los estudiantes plantea la necesidad urgente de implementar estrategias efectivas de nivelación y refuerzo en los primeros cursos, con el fin de nivelar los conocimientos y crear las bases sólidas requeridas para abordar con éxito el cálculo diferencial.

Otro desafío importante reside en la inherente dificultad que presentan algunos de los conceptos clave del cálculo diferencial, como los de límite, derivada e integral. Estos constructos teóricos, de naturaleza altamente abstracta, requieren un esfuerzo y una dedicación considerable por parte de los estudiantes para lograr una comprensión profunda y ser capaces de aplicarlos de manera efectiva en la resolución de problemas del ámbito de la ingeniería (González et al., 2020; Hernández-Suárez et al., 2017). Aquí, el uso de recursos didácticos innovadores, como simulaciones virtuales, aplicaciones interactivas y materiales multimedia, puede ser de gran ayuda para facilitar la asimilación de dichos conceptos (Losada et al., 2023; Ziatdinov & Valles Jr., 2022).

Adicionalmente, un tercer desafío está relacionado con la falta de conexión que, con frecuencia, perciben los estudiantes entre la teoría del cálculo diferencial y su aplicación práctica en la resolución de problemas de ingeniería. Muchos jóvenes tienden a ver el cálculo como una disciplina desvinculada de su futuro quehacer profesional, lo cual reduce drásticamente su motivación y compromiso con el aprendizaje (Cuevas & Pluvinage, 2009; Cruz & Herrera, 2024). Es fundamental, por lo tanto, que los docentes implementen estrategias de enseñanza que enfaticen de manera clara y constante la relevancia y utilidad del cálculo diferencial en el contexto de la práctica de la ingeniería, de modo que los estudiantes comprendan su importancia vital para abordar los desafíos tecnológicos y científicos del mundo real

Frente a estos retos, sin embargo, se perfilan también algunas perspectivas prometedoras para mejorar la enseñanza del cálculo diferencial en la formación de ingenieros. Una de ellas es la creciente integración de tecnologías digitales en los procesos de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina. El uso de software de cálculo simbólico, herramientas de visualización gráfica y plataformas de aprendizaje en línea

puede facilitar enormemente la comprensión de los conceptos abstractos del cálculo y la aplicación de sus técnicas a problemas reales de ingeniería (Báez et al., 2022; Losada et al., 2023).

Asimismo, otra perspectiva relevante es el énfasis en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas en los estudiantes de ingeniería. Más allá de la memorización de fórmulas y procedimientos, es fundamental que los futuros profesionales aprendan a formular problemas, analizar situaciones, interpretar resultados y tomar decisiones informadas, aplicando de manera creativa los conocimientos del cálculo diferencial (Hernández-Suárez et al., 2017).

De igual manera, una mirada promisoria es la incorporación sistemática de ejemplos y aplicaciones del cálculo diferencial en contextos propios de la ingeniería.◎ ◎Al visualizar la relevancia y utilidad práctica de los conceptos que aprenden, los estudiantes podrán desarrollar una mejor comprensión de estos y, además, verán incrementada su motivación y compromiso con el aprendizaje

Por último, una perspectiva clave es la colaboración estrecha entre los docentes de matemáticas y los de las diferentes áreas de ingeniería, con el fin de diseñar currículos y estrategias de enseñanza que integren de manera efectiva y coherente el cálculo diferencial en los programas de formación de ingenieros. Se requiere un trabajo conjunto que debe asegurar que los futuros profesionales adquieran las competencias matemáticas avanzadas que necesitan para asumir con éxito los desafíos tecnológicos y científicos del siglo XXI.

Por lo tanto, abordar los retos y aprovechar las perspectivas mencionadas en la enseñanza del cálculo diferencial constituye un imperativo ineludible para fortalecer la formación de los ingenieros del futuro, dotándolos de herramientas sólidas y de vanguardia para enfrentar los complejos problemas que enfrentarán en su ejercicio profesional.

Importancia del cálculo diferencial en la formación de ingenieros

La relevancia del cálculo diferencial en la formación de ingenieros radica en su capacidad para modelar y comprender fenómenos dinámicos y cambiantes en el tiempo. A través de conceptos clave como la derivada y la integral, los estudiantes de ingeniería aprenden a cuantificar y analizar tasas de cambio, optimizar procesos, predecir comportamientos y tomar decisiones informadas. Estas habilidades son fundamentales para abordar problemas reales y diseñar soluciones eficaces en una amplia gama de campos de la ingeniería (Lexico Científico, 2023).

Por ejemplo, en la ingeniería mecánica, el cálculo diferencial permite a los futuros profesionales analizar el movimiento y la dinámica de sistemas, optimizar el diseño de máquinas y estructuras, y estudiar fenómenos como la transferencia de calor y la deformación de materiales (StudySmarter, 2023).

En la ingeniería eléctrica y electrónica, el cálculo diferencial es esencial para modelar y predecir el comportamiento de circuitos, sistemas de control y comunicaciones digitales (UNAM, s.f.). En la ingeniería civil, esta disciplina matemática es indispensable para calcular esfuerzos, deformaciones y cargas en estructuras, así como para optimizar el diseño de puentes, edificios y sistemas de transporte (Ithy, 2024)

Sin embargo, más allá de estas aplicaciones específicas, el cálculo diferencial también desarrolla en los estudiantes de ingeniería habilidades de pensamiento analítico, resolución de problemas y toma de decisiones, que son fundamentales para enfrentar los desafíos dinámicos y complejos del mundo real. A través del estudio del cálculo, los futuros ingenieros aprenden a formular problemas, analizar situaciones,

interpretar resultados y evaluar alternativas, dotándolos de una sólida base matemática para abordar problemas novedosos y tomar decisiones informadas (Lexico Científico, 2023).

Asimismo, el cálculo diferencial fomenta en los estudiantes de ingeniería habilidades de modelado y simulación, cruciales para predecir el comportamiento de sistemas y probar soluciones en entornos controlados antes de su implementación en el mundo físico. Estas capacidades permiten a los futuros profesionales reducir tiempos y costos, minimizar riesgos y mejorar la calidad de los diseños y soluciones que desarrollan. Entender que un contexto de rápido cambio tecnológico y creciente complejidad de los sistemas de ingeniería, el dominio del cálculo diferencial se vuelve aún más esencial. Los ingenieros del futuro deberán enfrentar desafíos cada vez más sofisticados, que requerirán de una sólida base matemática y de un pensamiento analítico avanzado para poder modelar, simular, optimizar y tomar decisiones informadas. El cálculo diferencial, por lo tanto, constituye una herramienta indispensable en la caja de herramientas del ingeniero moderno, capacitándolo para abordar problemas complejos, innovar y generar soluciones de vanguardia.

Más allá de su utilidad práctica, el cálculo diferencial desempeña un papel crucial en el desarrollo intelectual y profesional de los futuros ingenieros. A través del estudio de esta disciplina, los estudiantes aprenden a pensar de manera lógica y rigurosa, a modelar situaciones abstractas, a interpretar resultados y a comunicar sus ideas de manera efectiva. Estas habilidades no solo les servirán para tener éxito en su carrera, sino que también les brindarán una sólida base para continuar aprendiendo y adaptándose a lo largo de su vida profesional (Pérez González, 2020; Iglesias-Domecq et al., 2017).

En ese orden de ideas, es claro que el cálculo diferencial es un componente esencial en la formación de los ingenieros del siglo XXI. Sus conceptos, técnicas y aplicaciones les proporcionan herramientas indispensables para analizar, modelar y resolver problemas complejos, tomar decisiones informadas y generar soluciones innovadoras. Asimismo, el cálculo diferencial desarrolla en los estudiantes habilidades de pensamiento analítico, resolución de problemas y aprendizaje continuo, que son fundamentales para enfrentar los desafíos cambiantes y cada vez más sofisticados del campo de la ingeniería (Falsetti et al., 2007; Pérez González, 2020). Por lo tanto, garantizar una sólida formación en cálculo diferencial debe ser una prioridad en los programas de ingeniería, a fin de preparar a los futuros profesionales para liderar el desarrollo tecnológico y contribuir al progreso de la sociedad.

Metodologías tradicionales de enseñanza del cálculo diferencial

Las metodologías tradicionales de enseñanza del cálculo diferencial, si bien han sido ampliamente utilizadas a lo largo de los años, presentan ciertos desafíos y limitaciones en cuanto a su efectividad para preparar a los futuros ingenieros:

Por ejemplo, las clases magistrales, donde el profesor expone los conceptos y técnicas de manera unidireccional, pueden resultar poco interactivas y no siempre logran que los estudiantes comprendan en profundidad los fundamentos del cálculo diferencial. Si bien son útiles para presentar la teoría, a menudo carecen de oportunidades para que los estudiantes apliquen y practiquen los conceptos de manera activa.

La resolución de ejercicios estandarizados, si bien es importante para desarrollar habilidades de cálculo y manipulación matemática, puede resultar limitada en cuanto a la preparación de los estudiantes para enfrentar problemas abiertos y situaciones reales de ingeniería. Los ejercicios tradicionales tienden a ser más bien cerrados y no siempre reflejan la complejidad de los problemas que los ingenieros enfrentarán

en su práctica profesional. Según Ruiz Ledesma (2019), los estudiantes presentan dificultades al abordar problemas que requieren una comprensión profunda y la aplicación de conceptos en contextos reales, lo que evidencia la necesidad de estrategias didácticas que promuevan un aprendizaje más significativo.

Si bien es fundamental que los estudiantes apliquen los conceptos del cálculo diferencial a problemas y situaciones, el enfoque tradicional se ha centrado a menudo en la resolución de problemas "tipo", con estructuras y soluciones predeterminadas. Este enfoque puede limitar el desarrollo de habilidades de modelado, análisis y toma de decisiones que son esenciales para la práctica de la ingeniería. Plaza Gálvez y Villa-Ochoa (2019) destacan que la falta de integración de problemas contextualizados en la enseñanza del cálculo puede dificultar la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos matemáticos en situaciones prácticas y complejas.

Las metodologías tradicionales tienden a centrarse en la transmisión de conocimientos teóricos y en el desarrollo de habilidades matemáticas, sin una integración adecuada de aplicaciones reales y contextos de ingeniería. Esto puede generar una brecha entre lo aprendido en el aula y las demandas y desafíos que los estudiantes enfrentarán en su futuro ejercicio profesional. De acuerdo con López Rueda (2020), es esencial implementar estrategias didácticas que fortalezcan la competencia de resolución de problemas en contextos reales, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades que les serán útiles en su desempeño profesional.

Para superar estas limitaciones, se han desarrollado enfoques pedagógicos más innovadores y centrados en el estudiante, que buscan integrar de manera más efectiva el cálculo diferencial con la práctica de la ingeniería. Algunas de estas metodologías emergentes incluyen:

- Aprendizaje basado en problemas y proyectos: Donde los estudiantes se enfrentan a problemas abiertos y contextualizados en situaciones reales de ingeniería, desarrollando habilidades de modelado, análisis y toma de decisiones.
- Uso de tecnologías digitales: Como software de cálculo y simulación, que permiten a los estudiantes visualizar, experimentar y aplicar los conceptos del cálculo diferencial de manera más dinámica e interactiva.
- Enfoques de aula invertida: Donde los estudiantes preparan y estudian los conceptos teóricos de manera autónoma, y el tiempo de clase se dedica a la resolución colaborativa de problemas y al desarrollo de habilidades prácticas.
- Integración con otras áreas de la ingeniería: Buscando que los estudiantes apliquen el cálculo diferencial en contextos multidisciplinarios y comprendan su relevancia en diversas ramas de la ingeniería.

Estas metodologías emergentes, si bien requieren una mayor inversión de tiempo y recursos, tienen el potencial de mejorar la comprensión conceptual, el desarrollo de habilidades prácticas y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje del cálculo diferencial, preparándolos de manera más efectiva para enfrentar los desafíos de la práctica profesional de la ingeniería.

Limitaciones y desafíos actuales en la enseñanza del cálculo diferencial

En el contexto actual, la enseñanza del cálculo diferencial enfrenta varios desafíos importantes que es necesario abordar para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, resaltamos algunos elementos que

consideramos viable de reflexión.

Tabla 1

Descripción de limitaciones y desafíos en la enseñanza del cálculo diferencial, elaboración propia de los autores

Limitación	Desafío
Dificultad de los estudiantes para comprender conceptos abstractos	El cálculo diferencial involucra conceptos y principios matemáticos abstractos, como el límite, la derivada y la integral, que pueden resultar difíciles de asimilar para algunos estudiantes.
Falta de motivación	Algunos estudiantes pueden percibir el cálculo diferencial como una materia distante y poco relevante para su futuro profesional en ingeniería.
Brecha entre la teoría y la práctica	Como se mencionó anteriormente, las metodologías tradicionales tienden a enfocarse más en la transmisión de conocimientos teóricos que en la aplicación práctica de los conceptos
Diversidad de perfiles y estilos de aprendizaje	Los estudiantes de ingeniería provienen de diversos orígenes académicos y tienen diferentes preferencias y fortalezas en cuanto a sus estilos de aprendizaje

Para abordar estos desafíos, algunas estrategias efectivas podrían ser:

- Utilizar metodologías activas y centradas en el estudiante, como el aprendizaje basado en problemas y proyectos.
- Incorporar tecnologías digitales, como software de cálculo y simulación, que permitan a los estudiantes visualizar y experimentar con los conceptos del cálculo diferencial.
- Fomentar el aprendizaje colaborativo y el trabajo en equipo, lo que puede mejorar la comprensión y la motivación de los estudiantes.
- Proporcionar retroalimentación y acompañamiento individualizado a los estudiantes, para identificar y abordar sus dificultades específicas.
- Capacitar a los docentes en estrategias didácticas innovadoras y en el uso de herramientas tecnológicas que apoyen el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La integración del cálculo diferencial en el ámbito profesional de la ingeniería

La aplicación del cálculo diferencial en la práctica profesional de la ingeniería es fundamental. Los ingenieros deben ser capaces de identificar problemas, formularlos matemáticamente, aplicar técnicas de cálculo diferencial y analizar los resultados para tomar decisiones informadas. La enseñanza del cálculo diferencial debe enfatizar esta conexión entre la teoría y la práctica.

Para lograr una integración efectiva del cálculo diferencial en el ámbito profesional de la ingeniería, es crucial abordar diversos aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En primer lugar, es crucial que los estudiantes de ingeniería puedan comprender y visualizar cómo los conceptos del cálculo diferencial se aplican en situaciones y problemas reales de la práctica profesional. Exponer a los estudiantes a casos de estudio concretos de ingeniería que requieran el uso del cálculo diferencial les permite entender mejor su utilidad y relevancia en el mundo real Plaza Gálvez y Villa-Ochoa

(2019). Esto ayuda a establecer una conexión sólida entre la teoría y la práctica, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos en su futuro profesional.

Además, una habilidad esencial para los ingenieros es la capacidad de formular problemas de ingeniería en términos matemáticos, identificando las variables relevantes y las relaciones entre ellas. Ejercitar este proceso de modelado matemático, que involucra el uso del cálculo diferencial, es fundamental para que los estudiantes puedan abordar problemas complejos de manera efectiva. Al practicar la formulación matemática, los estudiantes desarrollan una mejor comprensión de cómo aplicar conceptos del cálculo diferencial en situaciones reales.

Por otro lado, los ingenieros deben dominar las técnicas de cálculo diferencial, como el cálculo de derivadas, integrales y optimización, para poder aplicarlas en la resolución de problemas de ingeniería. Integrar problemas prácticos de ingeniería en los que los estudiantes deban aplicar estas técnicas matemáticas es clave para que puedan desarrollar las habilidades necesarias. Esto les permite no solo comprender los conceptos teóricos, sino también adquirir la destreza para aplicarlos en contextos reales (Jácome-Cartagena, Santillán-Tasigchana & Mejía-Hidalgo, 2024)

Más allá de la aplicación de técnicas, los ingenieros deben ser capaces de analizar e interpretar los resultados obtenidos mediante el cálculo diferencial. Esto implica desarrollar habilidades para relacionar los resultados matemáticos con las implicaciones y decisiones en el contexto de la ingeniería. Exponer a los estudiantes a ejercicios y casos de estudio que les permitan practicar este proceso de análisis e interpretación les ayudará a tomar decisiones informadas en su futura práctica profesional.

La enseñanza del cálculo diferencial debe ir más allá de la mera transmisión de conocimientos teóricos y enfocarse en el desarrollo de habilidades de resolución de problemas. Esto implica exponer a los estudiantes a situaciones y desafíos que les permitan poner en práctica sus conocimientos de cálculo diferencial de manera creativa y estratégica. Al enfrentar problemas abiertos y complejos, los estudiantes desarrollarán un pensamiento crítico y habilidades para abordar problemas de ingeniería de manera efectiva (Rico Segura, 2023).

CONCLUSIONES

En clave lo expuesto en párrafos anteriores, la enseñanza del cálculo diferencial en la formación de ingenieros es un tema de gran relevancia y requiere de un enfoque continuo de mejora y adaptación. Lograr una integración efectiva del cálculo diferencial en el ámbito profesional de la ingeniería representa un desafío crucial para los educadores y las instituciones de educación superior.

Uno de los aspectos fundamentales es asegurar que los estudiantes de ingeniería puedan establecer vínculos sólidos entre los conceptos teóricos del cálculo diferencial y su aplicación práctica en contextos reales de la profesión. Para ello, es importante exponer a los estudiantes a una variedad de casos de estudio y problemas de ingeniería que requieran la utilización de técnicas del cálculo diferencial. Esto les permitirá visualizar la relevancia de estos conocimientos matemáticos y desarrollar habilidades de modelado y resolución de problemas.

Además, la enseñanza del cálculo diferencial debe ir más allá de la simple transmisión de conocimientos teóricos y enfocarse en el desarrollo de competencias prácticas. Los estudiantes deben tener la oportunidad de ejercitar el proceso de formulación matemática de problemas de ingeniería, aplicar las técnicas de cálculo diferencial y analizar e interpretar los resultados obtenidos. Al enfrentar desafíos

abiertos y complejos, los estudiantes podrán desarrollar un pensamiento crítico y estratégico, esencial para su desempeño profesional futuro.

Por otro lado, la integración del cálculo diferencial en la enseñanza de la ingeniería requiere de la implementación de metodologías innovadoras y el aprovechamiento de las tecnologías educativas. El uso de herramientas digitales, simulaciones, software de análisis y visualización puede facilitar la comprensión de los conceptos, potenciar el aprendizaje activo y fomentar la experimentación y la resolución práctica de problemas. Diversos estudios han demostrado que la incorporación de tecnologías digitales en la enseñanza del cálculo diferencial mejora significativamente el rendimiento académico de los estudiantes y reduce las tasas de reprobación. Además, la utilización de plataformas interactivas permite a los estudiantes visualizar conceptos abstractos de manera dinámica, lo que contribuye a una mejor comprensión y aplicación de los mismos en contextos reales de ingeniería (Barradas, 2021)

Asimismo, es fundamental promover la formación continua de los docentes responsables de impartir las asignaturas relacionadas con el cálculo diferencial. Esto les permitirá mantenerse actualizados en los avances tanto teóricos como metodológicos, y desarrollar estrategias didácticas efectivas para abordar los desafíos emergentes en la enseñanza de estas disciplinas matemáticas.

Para finalizar consideramos que es importante reconocer que la integración del cálculo diferencial en la formación de ingenieros no es una tarea aislada, sino que debe ser parte de un esfuerzo coordinado a nivel institucional y curricular. Las facultades de ingeniería deben alinear sus programas de estudio, planes de asignatura y métodos de evaluación para garantizar una aplicación coherente y transversal de los conocimientos y habilidades del cálculo diferencial a lo largo de la formación de los futuros profesionales.

Por consiguiente, las recomendaciones clave para lograr una mejor integración del cálculo diferencial en el ámbito profesional de la ingeniería incluyen:

Tabla 2

Recomendaciones en la enseñanza del cálculo diferencial, elaboración propia de los autores

Fortalecer los vínculos entre la teoría y la práctica a través de casos de estudio y problemas reales de ingeniería.
Enfatizar el desarrollo de competencias prácticas en lugar de la mera transmisión de conocimientos teóricos.
Implementar metodologías innovadoras y aprovechar las tecnologías educativas para potenciar el aprendizaje.
Promover la formación continua de los docentes en técnicas de enseñanza del cálculo diferencial.
Alinear los programas de estudio y planes de asignatura a nivel institucional para lograr una integración transversal.

REFERENCIAS

Báez, N., Blanco, R., & Heredia, W. (2022). Los problemas de optimización en el cálculo diferencial de una variable. *Transformación, 18*(2), 317–335. https://lc.cx/l4ZxM7

Barradas Arenas, U. D. (2021). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo, 12*(23). https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.10

Cuevas, A., & Pluvinage, F. (2009). El cálculo diferencial e integral en una variable en la formación de ingenieros. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 17*(3), 1–12. https://www.redalyc.org/journal/440/44055139017/html/

Cruz, L. S. L., & Herrera, C. C. J. (2024). Desafíos en la enseñanza del cálculo en contextos universitarios en un enfoque por competencias. *Plumilla Educativa, 33*(1), 1–27. https://doi.org/10.30554/pe.33.1.5099.2024

Falsetti, M., Favieri, A., Scorzo, R., & Williner, B. (2007). *Estudio sobre habilidades matemáticas para el Cálculo Diferencial en estudiantes de Ingeniería.* Universidad Nacional de La Matanza. https://www.researchgate.net/publication/269519503

González, M., Pérez, L., & Ramírez, J. (2018). *Importancia del cálculo en el desarrollo académico del ingeniero. Instituto Politécnico Nacional*. https://www.repo-ciie.dfie.ipn.mx/pdf/338.pdf

González, M., Pérez, L., & Ramírez, J. (2020). *Dificultades en las prácticas del cálculo diferencial: una mirada desde la teoría de los obstáculos y los conflictos semióticos*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/dificultades_en_las_practicas_del_calculo_diferencial_una_mirada_desde_la_teoria_de_los_obstaculos_y_los_conflictos_semioticos.pdf

Hernández-Suárez, C. A., Prada-Núñez, R., & Ramírez-Leal, P. (2017). Obstáculos epistemológicos sobre los conceptos de límite y continuidad en cursos de cálculo diferencial en programas de ingeniería. *Perspectivas, 2*(2), 109–119. https://revistas.ufps.edu.co/index.php/perspectivas/article/view/1316

Iglesias-Domecq, N., Alonso-Berenguer, I., & Gorina-Sánchez, A. (2017). *El cálculo diferencial e integral en las carreras de ciencias técnicas: Especificidades de su enseñanza*. Universidad de Oriente. https://www.researchgate.net/publication/321754079

Ithy. (2024). *Aplicaciones del cálculo diferencial en la ingeniería civil*. https://ithy.com/article/calculo-diferencial-civil-p7krvdqa

Jácome-Cartagena, H. R., Santillán-Tasigchana, M. A., & Mejía-Hidalgo, E. F. (2024). La importancia del cálculo y su impacto en las aulas de matemáticas. *Polo del Conocimiento, 9*(6), 681–694. https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/download/7342/pdf

Lexico Científico. (2023). *¿Por qué el cálculo diferencial es crucial en la ingeniería?* https://lexicocientifico.net/matematicas/calculo-diferencial-es-crucial-ingenieria/

López Rueda, A. D. (2020). *Estrategia didáctica para fortalecer la competencia resolución de problemas en estudiantes de ingeniería de un curso de ecuaciones diferenciales de una universidad privada. Universidad Autónoma de Bucaramanga*. https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/handle/CLACSO/19329

Losada, M., Maguiño, A., & Coll, C. (2023). Implementación de recursos educativos digitales: una revisión sistemática desde la enseñanza del cálculo diferencial. *Revista Electrónica de Investigación Educativa, 25*(1), 1–15. https://www.redalyc.org/journal/6079/607974617004/html/

Ministerio de Educación Nacional. (2023). *Pruebas PISA 2022: Colombia, un sistema educativo resiliente que requiere cambios estructurales para mejorar su calidad*.

https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/417751:Pruebas-PISA-2022-Colombia-un-sistema-educativo-resiliente-que-requiere-cambios-estructurales-para-mejorar-su-calidad

Pérez González, O. L. (2020). La formación y desarrollo conceptual en el cálculo diferencial y el álgebra lineal en las carreras de ingeniería. *Revista Paradigma, 41*, 571–599. https://www.researchgate.net/publication/342663763

Plaza Gálvez, L. F., & Villa-Ochoa, J. A. (2019). Obstáculos detectados en la formación matemática de ingenieros: Una revisión de literatura. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte, (58),* 223–241. https://doi.org/10.35575/rvucn.n58a13

Rico Segura, A. (2023). El aprendizaje y la enseñanza del cálculo diferencial: Perspectivas desde las teorías APOE y ontosemiótica. *Revista Ciencia Latina, 8*(1), 5949–5966. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9939

Ruiz Ledesma, E. F. (2019). Estudio sobre las dificultades que tienen estudiantes de nivel superior en la resolución de problemas de cálculo, y empleo de un escenario de aprendizaje tecnopedagógico como apoyo en el trabajo del aula. *Nova Scientia, 11*(23), 258–282. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052019000200013

StudySmarter. (2023). *Aplicación del cálculo en la ingeniería: 'Funciones', 'Derivadas'*. https://www.studysmarter.es/resumenes/ingenieria/matematicas-de-la-ingenieria/aplicacion-del-calculo-en-la-ingenieria/

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (s.f.). *Modelado de sistemas eléctricos y funciones de transferencia*. https://suayed.cuautitlan.unam.mx/uapas/2/

Ziatdinov, R., & Valles Jr., J. R. (2022). Synthesis of Modeling, Visualization, and Programming in GeoGebra as an Effective Approach for Teaching and Learning STEM Topics. *arXiv preprint arXiv:2202*.01415. https://arxiv.org/abs/2202.01415

CONFLICTO DE INTERÉS

No posee conflictos de intereses.

FINANCIAMIENTO

El artículo no tiene financiamiento

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD AUTORAL

Abraham Rico Segura: Conceptualización; Metodología; Investigación; Análisis formal; Redacción – borrador original; Visualización.

Edwin Tovar Briñez: Curación de datos; Validación; Gestión del proyecto; Recursos; Supervisión; Redacción – revisión y edición.