

CONTEXTUALIZED DIDACTIC STRATEGIES TO IMPROVE THE UNDERSTANDING OF DIFFERENTIAL CALCULUS IN ARCHITECTURAL ENGINEERING STUDENTSMaily Medero-Ruiz¹E-mail: mailyncel@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4042-437X>Abdiel Quiñones-Martínez¹E-mail: abdy061884@gmail.comORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9432-7949>¹ Universidad del Golfo de California. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Medero-Ruiz, M., & Quiñones-Martínez, A. (2026). Estrategias didácticas contextualizadas para mejorar la comprensión del cálculo diferencial en estudiantes de Ingeniería Arquitectónica. *Revista UGC*, 4(3), 58-65.

Fecha de presentación: 22/04/2026

Fecha de aceptación: 27/05/2026

Fecha de publicación: 01/07/2026

RESUMEN

La enseñanza del cálculo diferencial en las carreras de ingeniería representa uno de los principales retos en la educación superior, particularmente en programas como Ingeniería Arquitectónica, donde los estudiantes suelen percibir los contenidos matemáticos como abstractos y poco vinculados con su futura práctica profesional. Esta situación se manifiesta en dificultades conceptuales persistentes, bajos niveles de comprensión y elevados índices de reprobación. El presente estudio tiene como objetivo analizar la implementación de estrategias didácticas contextualizadas para mejorar la comprensión del cálculo diferencial en estudiantes de la carrera de Ingeniería Arquitectónica. La investigación se desarrolla bajo un enfoque aplicado y mixto, centrado en el diseño e implementación de actividades didácticas que vinculan los conceptos fundamentales del cálculo diferencial con situaciones propias del ámbito arquitectónico, favoreciendo la interpretación geométrica, el uso de representaciones múltiples y el razonamiento conceptual. La metodología empleada incluyó la aplicación de una prueba diagnóstica y una evaluación final, así como la observación del desempeño académico y el análisis de productos de aprendizaje antes y después de la intervención didáctica. Los resultados evidencian una mejora significativa en la comprensión conceptual de los contenidos, así como un incremento en la participación, la motivación y la capacidad de los estudiantes para establecer conexiones entre representaciones algebraicas, gráficas y contextuales. Se concluye que la contextualización disciplinar del cálculo diferencial

constituye una alternativa didáctica efectiva para fortalecer el aprendizaje significativo en estudiantes de Ingeniería Arquitectónica, aportando evidencia empírica relevante para la innovación en la enseñanza de las matemáticas en la educación superior.

Palabras clave:

Cálculo diferencial, estrategias didácticas, contextualización, Ingeniería Arquitectónica, educación superior.

ABSTRACT

The teaching of differential calculus in engineering programs represents one of the main challenges in higher education, particularly in degrees such as Architectural Engineering, where students often perceive mathematical contents as abstract and weakly connected to their future professional practice. This situation is reflected in persistent conceptual difficulties, low levels of understanding, and high failure rates. The aim of this study is to analyze the implementation of contextualized teaching strategies to improve the understanding of differential calculus among students of the Architectural Engineering program. The research follows an applied and mixed-methods approach, focusing on the design and implementation of didactic activities that connect fundamental concepts of differential calculus with situations related to the architectural field, promoting geometric interpretation, the use of multiple representations, and conceptual reasoning. The methodology included the application of a diagnostic test and a final assessment, as well as observation of academic performance and

analysis of learning products before and after the didactic intervention. The results show a significant improvement in students' conceptual understanding of differential calculus, along with increased participation, motivation, and ability to establish connections among algebraic, graphical, and contextual representations. It is concluded that disciplinary contextualization of differential calculus constitutes an effective teaching alternative to strengthen meaningful learning in Architectural Engineering students, providing relevant empirical evidence for innovation in mathematics education at the higher education level.

Keywords:

Differential calculus, teaching strategies, contextualization, Architectural Engineering, higher education.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza del cálculo diferencial en la educación superior ha representado históricamente uno de los principales desafíos en los programas de ingeniería, debido a las dificultades conceptuales que enfrentan los estudiantes y a los elevados índices de reprobación asociados a esta asignatura. El cálculo diferencial constituye un eje fundamental en la formación académica, ya que proporciona herramientas esenciales para el análisis, la modelación y la resolución de problemas propios del ámbito profesional. No obstante, pese a su relevancia, su aprendizaje continúa viéndose afectado por enfoques didácticos tradicionales que priorizan el desarrollo algebraico y la resolución mecánica de ejercicios, lo que limita la comprensión conceptual y el significado de los contenidos matemáticos.

En el caso particular de la Ingeniería Arquitectónica, esta problemática se acentúa debido a las características propias del perfil formativo del estudiante, el cual se orienta hacia el pensamiento visual, espacial y creativo. Sin embargo, la enseñanza del cálculo diferencial suele mantenerse alejada de este contexto disciplinar, presentando los contenidos de manera abstracta y descontextualizada. Esta situación genera una desconexión entre los conceptos matemáticos abordados en el aula y las problemáticas reales relacionadas con el diseño, la construcción, la optimización de espacios y el análisis geométrico, áreas centrales de la formación arquitectónica. Como consecuencia, los estudiantes tienden a memorizar procedimientos sin comprender su significado ni su aplicabilidad, lo que dificulta la transferencia del conocimiento matemático a situaciones profesionales y afecta negativamente su desempeño académico.

Diversas investigaciones en educación matemática han señalado que una de las principales causas de las dificultades en el aprendizaje del cálculo diferencial radica en la falta de contextualización de los contenidos y en el escaso uso de estrategias didácticas que favorezcan la visualización, el razonamiento geométrico

y la interpretación conceptual. En disciplinas como la Ingeniería Arquitectónica, donde el análisis gráfico y espacial es fundamental, la ausencia de enfoques pedagógicos contextualizados limita la construcción de aprendizajes significativos y refuerza una percepción negativa de las matemáticas como un componente aislado del plan de estudios.

Asimismo, la persistencia de metodologías de enseñanza centradas en la exposición magistral y en la resolución de ejercicios estandarizados reduce la participación activa del estudiante y restringe las oportunidades para el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. Esta situación no solo impacta en la comprensión del cálculo diferencial, sino que también incide en la motivación, la actitud hacia la asignatura y la permanencia de los estudiantes en los programas de ingeniería, lo que convierte a esta problemática en un asunto de relevancia académica y educativa.

Desde esta perspectiva, resulta necesario replantear las estrategias didácticas empleadas en la enseñanza del cálculo diferencial en la carrera de Ingeniería Arquitectónica, incorporando enfoques contextualizados que vinculen los conceptos matemáticos con situaciones propias del ámbito arquitectónico. La implementación de este tipo de estrategias puede favorecer una mejor comprensión conceptual, promover el aprendizaje significativo y contribuir a una valoración más positiva de las matemáticas como herramienta esencial para la formación profesional.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar la implementación de estrategias didácticas contextualizadas orientadas a mejorar la comprensión del cálculo diferencial en estudiantes de Ingeniería Arquitectónica, a partir de su aplicación en un entorno real de aula universitaria, con el propósito de aportar elementos que fortalezcan las prácticas docentes y contribuyan a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior.

La enseñanza de las matemáticas en la educación superior, particularmente en las carreras de ingeniería, ha sido objeto de análisis constante debido a las dificultades persistentes que enfrentan los estudiantes en asignaturas fundamentales como el cálculo diferencial. Diversos estudios señalan que estas dificultades no se deben exclusivamente a la complejidad intrínseca de los contenidos matemáticos, sino también a los enfoques didácticos tradicionales que privilegian la transmisión de procedimientos formales por encima de la comprensión conceptual (Pinto & Tall, 2002; Trigueros & Martínez-Planell, 2020).

En el contexto de las ingenierías, las matemáticas cumplen una función instrumental y formativa, ya que proporcionan herramientas para modelar, analizar y resolver problemas propios del ejercicio profesional. Sin embargo, investigaciones recientes indican que muchos estudiantes perciben las matemáticas como un conjunto de reglas

abstractas desconectadas de su campo disciplinar, lo que afecta negativamente su motivación y desempeño académico (Hong & Lee, 2024; Rodríguez-Nieto et al., 2021; Siyepu, 2015).

Desde una perspectiva más amplia, la investigación contemporánea en educación matemática ha puesto de relieve la necesidad de replantear la enseñanza del cálculo desde enfoques que integren dimensiones cognitivas, tecnológicas y socioculturales. En este sentido, Borba et al. (2017); y Drijvers (2019) destacan el papel de la visualización, la modelación y el uso significativo de tecnologías digitales, mientras que Straehler-Pohl et al. (2017) subrayan la importancia de considerar los contextos sociales y educativos en los que se desarrollan los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la educación superior.

El cálculo diferencial es reconocido como una de las asignaturas con mayor índice de reprobación en las carreras de ingeniería a nivel internacional. Investigaciones realizadas en distintos contextos educativos coinciden en que los estudiantes presentan dificultades significativas en la comprensión de conceptos fundamentales como límite, continuidad y derivada, así como en la interpretación de su significado geométrico y aplicado (Bedada & Machaba, 2022).

Entre las principales dificultades identificadas se encuentran la tendencia a memorizar reglas de derivación sin comprender su significado, la incapacidad para relacionar la derivada con la noción de razón de cambio y pendiente, y la escasa habilidad para interpretar gráficamente funciones y sus derivadas (Rodríguez-Nieto et al., 2022). Estas problemáticas se ven reforzadas por prácticas de enseñanza centradas en la resolución mecánica de ejercicios y evaluaciones que privilegian el resultado numérico sobre el razonamiento matemático.

Asimismo, Bossé et al. (2019) señalan que muchos estudiantes desarrollan imágenes conceptuales incompletas o erróneas del cálculo diferencial, lo que limita su capacidad para establecer conexiones significativas entre definiciones, procedimientos y aplicaciones. Estudios posteriores confirman que esta brecha conceptual persiste en la educación superior y constituye un obstáculo relevante para el aprendizaje significativo del cálculo (Fuentealba et al., 2019; Pinto & Tall, 2002).

La distinción entre comprensión conceptual y comprensión procedimental ha sido ampliamente abordada en la literatura en educación matemática. La comprensión conceptual se asocia con el entendimiento de las relaciones entre ideas matemáticas y la capacidad de otorgar significado a los conceptos, mientras que la comprensión procedimental se refiere al conocimiento de reglas, algoritmos y técnicas para la resolución de problemas (Hurrell, 2021).

En el aprendizaje del cálculo diferencial, diversos estudios han evidenciado un predominio de la comprensión procedimental sobre la conceptual, lo que limita la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos matemáticos en contextos nuevos o reales (Trigueros et al., 2024). Esta situación resulta especialmente problemática en carreras como Ingeniería Arquitectónica, donde la interpretación, el análisis y la aplicación de los conceptos matemáticos son fundamentales para la toma de decisiones profesionales.

Investigaciones basadas en el enfoque APOS (Acción-Proceso-Objeto-Esquema) han demostrado que el desarrollo de una comprensión conceptual sólida del cálculo diferencial requiere que los estudiantes construyan esquemas mentales que integren acciones, procesos y objetos matemáticos de manera coherente (Borji et al., 2019; Moru, 2020; Straehler et al., 2017). Desde esta perspectiva, el aprendizaje significativo del cálculo diferencial se ve favorecido cuando los estudiantes interactúan con tareas que promueven la reflexión, la visualización y la conexión entre diferentes representaciones matemáticas.

En consonancia con estos planteamientos, estudios recientes han profundizado en el análisis de la comprensión del concepto de derivada en estudiantes de educación superior, destacando tanto las dificultades conceptuales persistentes como las mejoras que pueden lograrse mediante estrategias instruccionales específicas. Investigaciones actuales señalan que un diseño de instrucción cuidadosamente estructurado puede favorecer la comprensión conceptual del cálculo diferencial (Galindo Illanes & Breda, 2024; Quintero Covarrubias et al., 2025) y que el uso sistemático de múltiples representaciones contribuye de manera significativa al aprendizaje conceptual de la derivada (Cho & Kwon, 2023; Litteck et al., 2025).

La contextualización de los contenidos matemáticos se ha consolidado como una estrategia didáctica eficaz para mejorar la comprensión conceptual y la motivación de los estudiantes. De acuerdo con Bedada & Machaba (2022), los problemas contextualizados permiten que los estudiantes atribuyan significado a los conceptos matemáticos al relacionarlos con situaciones reales o cercanas a su experiencia académica y profesional.

En el ámbito de la educación superior, diversos estudios han evidenciado que la contextualización favorece el aprendizaje del cálculo diferencial al facilitar la interpretación de conceptos abstractos mediante aplicaciones concretas y el uso intencional de representaciones (Abou-Hayt, 2025; Ryberg, 2018). Esta estrategia resulta particularmente relevante en carreras de ingeniería, donde los estudiantes requieren comprender cómo las matemáticas se integran en su futura práctica profesional.

La contextualización no implica únicamente el uso de ejemplos aplicados, sino el diseño de tareas auténticas

que integren el razonamiento matemático con la resolución de problemas reales, promoviendo la construcción activa del conocimiento (Borba et al., 2017; Drijvers, 2019).

La Ingeniería Arquitectónica se caracteriza por un enfoque formativo que integra aspectos técnicos, estéticos y funcionales, con un fuerte componente visual y espacial. En este contexto, la enseñanza del cálculo diferencial debe considerar la naturaleza de la disciplina y las formas de pensamiento propias del estudiante de arquitectura, quien suele mostrar mayor afinidad por representaciones gráficas y geométricas (Mkhatshwa, 2024).

Diversas investigaciones han señalado que la vinculación del cálculo diferencial con situaciones propias del diseño arquitectónico, como el análisis de pendientes, inclinaciones, optimización de áreas y volúmenes, y el estudio de variaciones en estructuras, favorece una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos (Feudel & Biehler, 2021; Rodríguez-Nieto et al., 2022). Estas aplicaciones permiten que los estudiantes perciban el cálculo como una herramienta útil y pertinente para su formación profesional.

En este sentido, la implementación de estrategias didácticas contextualizadas en Ingeniería Arquitectónica contribuye no solo a mejorar el desempeño académico, sino también a transformar la percepción de las matemáticas como un componente aislado del plan de estudios. La literatura reciente coincide en que este enfoque promueve un aprendizaje más significativo, integrador y duradero del cálculo diferencial (Abou-Hayt, 2025; Trigueros & Martínez-Planell, 2020).

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, al integrar técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo con el propósito de examinar la comprensión del cálculo diferencial en estudiantes de Ingeniería Arquitectónica. El estudio es de tipo aplicado, ya que se orienta a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la implementación de estrategias didácticas contextualizadas, y presenta un alcance descriptivo-explicativo, al identificar las principales dificultades conceptuales de los estudiantes y analizar el impacto de la intervención didáctica.

Se adoptó un diseño cuasi experimental, dado que se trabajó con grupos previamente conformados, sin asignación aleatoria de los participantes. El análisis se centró en la comparación del desempeño académico de los estudiantes antes y después de la aplicación de las estrategias didácticas propuestas, lo que permitió evaluar los cambios en la comprensión conceptual del cálculo diferencial atribuibles a la intervención.

La población objeto de estudio estuvo conformada por estudiantes inscritos en la asignatura de Cálculo

Diferencial de la carrera de Ingeniería Arquitectónica en una institución de educación superior. La muestra fue de tipo no probabilística por conveniencia, integrada por un grupo de estudiantes que cursaban la asignatura durante el periodo académico en el que se llevó a cabo la investigación. La selección de los participantes respondió a criterios de accesibilidad y pertinencia, considerando la homogeneidad del grupo en términos de nivel académico y contenidos curriculares abordados.

Para la recolección de datos se emplearon diversas técnicas e instrumentos, entre los que se incluyeron una prueba diagnóstica aplicada al inicio del estudio, con el propósito de identificar el nivel de comprensión conceptual del cálculo diferencial y las principales dificultades de los estudiantes; una prueba de evaluación final aplicada al término de la intervención didáctica, orientada a analizar los avances en la comprensión de los contenidos; una guía de observación utilizada durante el desarrollo de las actividades para registrar la participación, el interés y la actitud de los estudiantes frente a la asignatura; y el análisis de productos de aprendizaje, tales como ejercicios, actividades contextualizadas y resoluciones de problemas vinculados con situaciones propias del ámbito arquitectónico.

Estrategias didácticas contextualizadas implementadas

Las estrategias didácticas contextualizadas implementadas en la presente investigación se diseñaron con el propósito de vincular los contenidos fundamentales del cálculo diferencial con situaciones propias del ámbito de la Ingeniería Arquitectónica, favoreciendo la comprensión conceptual, la visualización geométrica y la aplicación práctica de los conceptos matemáticos. Estas estrategias se integraron de manera progresiva durante el desarrollo regular de la asignatura y se articularon con los contenidos curriculares establecidos.

Una de las estrategias empleadas consistió en el análisis de la derivada como pendiente e inclinación, a partir del estudio de elementos arquitectónicos reales, tales como rampas, cubiertas inclinadas y planos estructurales. Mediante el uso de representaciones gráficas y esquemáticas, los estudiantes interpretaron la derivada como razón de cambio y pendiente de una función, relacionándola con la inclinación de superficies utilizadas en el diseño arquitectónico, lo que permitió reforzar la interpretación geométrica de la derivada y su significado en contextos profesionales.

Asimismo, se implementaron actividades de interpretación gráfica de funciones y sus derivadas, en las que los estudiantes analizaron el comportamiento de funciones asociadas a perfiles arquitectónicos, secciones transversales y variaciones de altura. A través de estas actividades, se promovió la identificación de intervalos de crecimiento y decrecimiento, así como la relación entre la gráfica de una función y la de su derivada, favoreciendo

la comprensión de conceptos abstractos mediante representaciones visuales.

Otra estrategia aplicada fue la resolución de problemas de optimización contextualizados, relacionados con el cálculo de áreas, volúmenes y el uso eficiente del espacio en diseños arquitectónicos sencillos. En estas actividades, los estudiantes formularon funciones a partir de situaciones planteadas, calcularon sus derivadas y analizaron los puntos críticos para determinar valores óptimos, enfatizando el razonamiento matemático por encima de la aplicación mecánica de procedimientos.

De manera complementaria, se incorporaron actividades de trabajo colaborativo, en las que los estudiantes discutieron y argumentaron la resolución de problemas contextualizados, compartiendo interpretaciones y estrategias de solución. Este enfoque favoreció la participación activa, el intercambio de ideas y la construcción colectiva del conocimiento, fortaleciendo la comprensión conceptual del cálculo diferencial.

Finalmente, se promovió el uso de representaciones múltiples, combinando expresiones algebraicas, gráficas y descripciones verbales, con el fin de que los estudiantes establecieran conexiones entre distintas formas de representación de los conceptos matemáticos. Esta estrategia permitió atender diferentes estilos de aprendizaje y reforzar la comprensión integral de los contenidos abordados.

Procedimiento

El procedimiento de la investigación se desarrolló en cuatro etapas. En una primera fase se realizó un diagnóstico inicial mediante la aplicación de la prueba diagnóstica, con el fin de identificar las dificultades conceptuales en el aprendizaje del cálculo diferencial. Posteriormente, se llevó a cabo el diseño de las estrategias didácticas contextualizadas, considerando la vinculación de los contenidos matemáticos con situaciones propias de la Ingeniería Arquitectónica.

En la tercera etapa se realizó la implementación de las estrategias durante el desarrollo regular de la asignatura, integrando actividades contextualizadas, representaciones gráficas y problemas aplicados. Finalmente, se efectuó la evaluación y el análisis de los resultados, mediante la comparación del desempeño académico antes y después de la intervención, así como a través del análisis cualitativo de la información recopilada.

Análisis de datos

El análisis de los datos cuantitativos se realizó mediante estadística descriptiva, considerando medidas de tendencia central y la comparación de los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y la evaluación final. Los datos cualitativos se analizaron a través de un proceso de categorización, lo que permitió identificar patrones relacionados con la comprensión conceptual, la participación

y la percepción de los estudiantes respecto al aprendizaje del cálculo diferencial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de la prueba diagnóstica aplicada al inicio de la investigación evidenciaron que los estudiantes de Ingeniería Arquitectónica presentaban dificultades significativas en la comprensión conceptual del cálculo diferencial. De manera particular, se identificaron problemas recurrentes en la interpretación del concepto de límite, en la comprensión del significado geométrico de la derivada y en la relación entre la derivada y nociones como pendiente e inclinación. Asimismo, se observó una marcada tendencia a la aplicación mecánica de reglas de derivación, sin una comprensión clara de su fundamento conceptual ni de su utilidad en contextos aplicados.

Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en la literatura especializada, que señala que el aprendizaje del cálculo diferencial en carreras de ingeniería suele caracterizarse por un predominio del enfoque procedimental. En este sentido, la ausencia de estrategias que promuevan la visualización, la contextualización disciplinar y el uso de representaciones múltiples contribuye a una comprensión limitada de los conceptos matemáticos y a la dificultad para transferirlos a situaciones reales.

Posterior a la implementación de las estrategias didácticas contextualizadas, particularmente aquellas orientadas al análisis de la derivada como pendiente e inclinación en elementos arquitectónicos, la interpretación gráfica de funciones y sus derivadas, la resolución de problemas de optimización contextualizados y el uso de representaciones múltiples, los resultados de la evaluación final mostraron una mejora evidente en la comprensión del cálculo diferencial. Los estudiantes demostraron mayor capacidad para interpretar gráficamente funciones, explicar el significado de la derivada en términos de razón de cambio y aplicar los conceptos matemáticos a situaciones propias del ámbito arquitectónico.

El análisis comparativo entre los resultados iniciales y finales permitió identificar un incremento en el desempeño académico general del grupo, reflejado no solo en la correcta resolución de los ejercicios, sino también en la calidad de las explicaciones y en el establecimiento de conexiones entre las representaciones algebraicas, gráficas y conceptuales. Estos avances sugieren que la contextualización disciplinar del cálculo diferencial favoreció la construcción de significados matemáticos más sólidos y funcionales para la formación del ingeniero arquitecto.

Desde el punto de vista cualitativo, la información obtenida a través de la guía de observación y el análisis de los productos de aprendizaje evidenció un cambio positivo en la actitud de los estudiantes hacia la asignatura. Durante la implementación de actividades basadas en

el trabajo colaborativo y la discusión de problemas contextualizados, se registró un aumento en la participación activa, el interés por los contenidos y la disposición para argumentar y reflexionar sobre los procedimientos matemáticos empleados.

En conjunto, los resultados respaldan los planteamientos teóricos que destacan la importancia de la contextualización y la visualización en la enseñanza del cálculo diferencial, especialmente en carreras con un perfil visual y espacial como la Ingeniería Arquitectónica. La articulación entre las estrategias didácticas implementadas y los resultados obtenidos refuerza la necesidad de replantear las prácticas docentes tradicionales, integrando enfoques que favorezcan la comprensión conceptual y el aprendizaje significativo en la educación superior.

CONCLUSIONES

La presente investigación permitió analizar la implementación de estrategias didácticas contextualizadas para mejorar la comprensión del cálculo diferencial en estudiantes de Ingeniería Arquitectónica, evidenciando que la incorporación de enfoques pedagógicos vinculados al contexto disciplinar favorece significativamente el aprendizaje conceptual de esta asignatura. Los resultados obtenidos confirman que la enseñanza tradicional, centrada principalmente en procedimientos algebraicos, resulta insuficiente para atender las características cognitivas y formativas de los estudiantes de esta carrera.

La aplicación de estrategias didácticas contextualizadas contribuyó a que los estudiantes desarrollaran una comprensión más profunda de conceptos fundamentales del cálculo diferencial, particularmente en lo relacionado con la interpretación geométrica de la derivada, la relación entre razón de cambio y pendiente, y la aplicación de estos conceptos a situaciones propias del ámbito arquitectónico. Este avance se reflejó no solo en el desempeño académico, sino también en la calidad de las explicaciones y en la capacidad para establecer conexiones entre la teoría matemática y su aplicación práctica.

Asimismo, la investigación evidenció un impacto positivo en la actitud de los estudiantes hacia la asignatura, manifestado en una mayor participación, interés y disposición para el trabajo colaborativo. La contextualización de los contenidos permitió reducir la percepción de abstracción excesiva asociada al cálculo diferencial, favoreciendo un ambiente de aprendizaje más dinámico y significativo, acorde con las demandas de la formación en Ingeniería Arquitectónica.

Desde una perspectiva educativa, los hallazgos refuerzan la importancia de replantear las prácticas docentes en la enseñanza del cálculo diferencial, promoviendo

estrategias que integren visualización, razonamiento geométrico y contextualización disciplinar. Este enfoque no solo fortalece la comprensión conceptual, sino que también contribuye a una valoración más positiva de las matemáticas como herramienta fundamental en la formación profesional del ingeniero arquitecto.

Finalmente, si bien los resultados del estudio son consistentes con la literatura especializada y aportan evidencia empírica relevante para la mejora de la enseñanza del cálculo diferencial, es necesario considerar las limitaciones propias del contexto y de la muestra analizada. En este sentido, los hallazgos de la investigación aportan evidencia empírica sobre la pertinencia de la implementación de estrategias didácticas contextualizadas para favorecer la comprensión conceptual del cálculo diferencial en la educación superior. Se sugiere ampliar futuras investigaciones a otros grupos y contextos institucionales, así como explorar el uso complementario de herramientas tecnológicas, con el fin de profundizar en el análisis del impacto de estas estrategias en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en carreras de ingeniería.

REFERENCIAS

- Abou-Hayt, I. (2025). Utilizar un contexto realista para motivar y enseñar a los estudiantes de ingeniería la regla de la cadena. *Education Sciences*, 15(4), 433. <https://doi.org/10.3390/educsci15040433>
- Bedada, T. B., & Machaba, M. F. (2022). Investigation of students' perception learning calculus with GeoGebra and cycle model. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(11), Article em2175. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12443>
- Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S., & Aguilar, M. S. (2017). Digital technology in mathematics education: Research over the last decade. En G. Kaiser (Eds.), *Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education* (pp. 221–233). Springer.
- Borji, V., Alamolhodaei, H., & Radmehr, F. (2019). Correction on applying APOS-ACE theory to improve students' graphical understanding of the derivative. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), Article em1658. <https://doi.org/10.29333/ejmste/99811>
- Bossé, M. J., Adu-Gyamfi, K., & Cheetham, M. R. (2011). Assessing the Difficulty of Mathematical Translations: Synthesizing the Literature and Novel Findings. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 6(3), 113–133. <https://doi.org/10.29333/iejme/264>

- Cho, H., & Kwon, O. N. (2023). Undergraduate students' understanding of the concept of derivatives in multi-variable calculus. En M. Ayalon, B. Koichu, R. Leikin, L. Rubel, & M. Tabach (Eds.), *Proceedings of the 46th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 187–194). Psychology of Mathematics Education. <https://snu.elsevierpure.com/en/publications/undergraduate-students-understanding-of-the-concept-of-derivative>
- Drijvers, P. (2019). Embodied instrumentation: Combining different views on the use of digital technology in mathematics education. *Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 11)*. Utrecht, Netherlands.
- Feudel, F., & Biehler, R. (2021). Students' understanding of the derivative concept in the context of mathematics for economics. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 42, 273–305. <https://doi.org/10.1007/s13138-020-00174-z>
- Fuentealba, C., Badillo, E., Sánchez-Matamoros, G., & Cárcamo, A. (2019). The understanding of the derivative concept in higher education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(2), Article em1662. <https://doi.org/10.29333/ejmste/100640>
- Galindo Illanes, M. K., & Breda, A. (2024). Proceso de instrucción de la derivada aplicado a estudiantes de Ingeniería Comercial en Chile. *Uniciencia*, 38(1), 303–325. <https://doi.org/10.15359/ru.38-1.17>
- Hong, D. S., & Lee, J. K. (2024). Contrasting cases of college calculus instructors: Their preferences and potential pedagogy in teaching derivative graphs. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 55(9), 2087–2106. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2120838>
- Hurrell, D. P. (2021). Conceptual knowledge OR procedural knowledge OR conceptual knowledge AND procedural knowledge: Why the conjunction is important to teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 46(2). <https://doi.org/10.14221/ajte.2021v46n2.4>
- Litteck, K., Rolfes, T., & Heinze, A. (2025). The structure of knowledge about the concept of derivative: A study investigating a process-object framework. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 56(11), 2164–2184. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2397990>
- Mkhatshwa, T. P. (2024). Best practices for teaching the concept of the derivative: Lessons from experienced calculus instructors. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(4), Article em2426. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14380>
- Moru, E. K. (2020). An APOS analysis of university students' understanding of derivatives: A Lesotho case study. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 24(2), 279–292. <https://doi.org/10.1080/18117295.2020.1821500>
- Pinto, M., & Tall, D. (2002). Building formal mathematics on visual imagery: A case study and a theory. *For the Learning of Mathematics*, 22(1), 2–10. <https://flm-journal.org/Articles/5DF87CDA4C761DF844802867C13B00.pdf>
- Quintero Covarrubias, G., Armenta Beltrán, M., & Plata Rocha, W. (2025). Cambio conceptual en la comprensión de la derivada en estudiantes universitarios. *NTHE. Revista Electrónica del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro*, 47, 13–22. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15231887>
- Rodríguez-Nieto, C. A., Rodríguez-Vásquez, F. M., & Font, V. (2022). A new view about connections: The mathematical connections established by a teacher when teaching the derivative. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(6), 1231–1256. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1799254>
- Rodríguez-Nieto, C., Rodríguez-Vásquez, F. M., & García-García, J. (2021). Exploring university Mexican students' quality of intra-mathematical connections when solving tasks about derivative concept. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(9), Article em2006. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11160>
- Ryberg, U. (2018). Generating different lesson designs and analyzing their effects: The impact of representations when discerning aspects of the derivative. *The Journal of Mathematical Behavior*, 51, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2018.03.012>
- Siyepe, S. W. (2015). Analysis of errors in derivatives of trigonometric functions. *International Journal of STEM Education*, 2(1), Article 16. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0029-5>
- Straehler-Pohl, H., Bohlmann, N., & Pais, A. (Eds.). (2017). *The disorder of mathematics education: Challenging the sociopolitical dimensions of research*. Springer.
- Trigueros, M., & Martínez-Planell, R. (2020). Understanding of the derivative concept in higher education. *ZDM – Mathematics Education*, 52(5), 839–853. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01157-7>
- Trigueros, M., Badillo, E., Sánchez-Matamoros, G., & Hernández-Rebollar, L. A. (2024). Contributions to the characterization of the schema using APOS theory: Graphing with derivative. *ZDM – Mathematics Education*, 56, 1093–1108. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01615-6>

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Mailyn Medero-Ruíz, Abdiel Quiñones-Martínez: Concepción y diseño del estudio, adquisición de datos, análisis e interpretación, redacción del manuscrito, revisión crítica del contenido, análisis estadístico, supervisión general del estudio.

Declaración ética:

El estudio aborda temas relacionados con estudiantes/ personas vulnerables, pero se realizó únicamente mediante revisión documental, análisis de información secundaria o bases de datos públicas. No implicó la participación directa de seres humanos ni el manejo de información personal identificable.