



Estrategias de aprendizaje y factores emocionales en Cálculo Diferencial: Experiencias del estudiantado de ingeniería en Colombia

Learning Strategies and Emotional Factors in Differential Calculus:
Experiences of Engineering Students in Colombia

Volumen 25, Número 2
Mayo - Agosto
pp. 1-34

Miguel Arturo Torres Roberto

Citar este documento según modelo APA

Torres Roberto, Miguel Arturo. (2025). Estrategias de aprendizaje y factores emocionales en Cálculo Diferencial: Experiencias del estudiantado de ingeniería en Colombia. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 25(2), 1-34. <https://doi.org/10.15517/aie.v25i2.62607>

Estrategias de aprendizaje y factores emocionales en Cálculo Diferencial: Experiencias del estudiantado de ingeniería en Colombia

Learning Strategies and Emotional Factors in Differential Calculus: Experiences of Engineering Students in Colombia

Miguel Arturo Torres Roberto¹

Resumen: El objetivo de esta investigación fue identificar y analizar las dificultades que enfrenta la población estudiantil de la carrera de ingeniería al abordar contenidos de Cálculo Diferencial, así como las estrategias más efectivas empleadas para superarlas. Mediante una investigación cualitativa basada en entrevistas a profundidad, se examinaron las barreras cognitivas, emocionales y pedagógicas que afectan el aprendizaje del Cálculo Diferencial. La investigación se llevó a cabo entre marzo y agosto de 2024 en Bucaramanga, Colombia. Entre los obstáculos más significativos se encuentran la abstracción conceptual, la falta de bases matemáticas sólidas y la ansiedad matemática, aspectos que impactan de manera desfavorable el desempeño académico. Quienes participaron del estudio destacaron que las herramientas tecnológicas, como aplicaciones educativas, junto con el apoyo entre compañeros, son las estrategias más utilizadas para enfrentar estos desafíos y mejorar la comprensión del estudiantado. A partir de estos hallazgos, se proponen recomendaciones para mejorar la enseñanza del Cálculo en el entorno universitario, las cuales sugieren un enfoque más inclusivo que tenga en cuenta las distintas aptitudes y experiencias del estudiantado. Este enfoque busca reducir las dificultades que le impiden a buena parte de la comunidad estudiantil dominar los conceptos matemáticos. Las conclusiones del estudio resaltaron la importancia de ajustar las metodologías docentes mediante la promoción de un entorno de aprendizaje que no solo se centre en la transmisión de los contenidos, sino también en la creación de estrategias adaptativas que atiendan las necesidades específicas del alumnado. En definitiva, se planteó la necesidad de fomentar un aprendizaje más equitativo, accesible y alineado con las demandas académicas actuales del estudiantado de ingeniería.

Palabras clave: desempeño académico, estrategias de aprendizaje, análisis matemático, ansiedad matemática.

Abstract: The objective of this research is to identify and analyze the challenges faced by the engineering student population when addressing differential calculus content, as well as the most effective strategies they employ to overcome them. Through a qualitative study based on in-depth interviews, cognitive, emotional, and pedagogical barriers affecting calculus learning are examined. The research was conducted between March and August 2024 in Bucaramanga, Colombia. Among the most significant obstacles are conceptual abstraction, a lack of solid mathematical foundations, and mathematical anxiety, all of which negatively impact academic performance. Participants in the study emphasized the importance of technological tools, such as educational applications, along with peer support, are the most used strategies to tackle these challenges and improve comprehension. Based on these findings, recommendations are proposed to enhance the teaching of calculus in university settings, suggesting a more inclusive approach that considers the diverse skills and experiences of the student body. This approach aims to reduce difficulties that hinder a significant portion of students from mastering mathematical concepts. The study's conclusions emphasize the importance of adjusting teaching methodologies to foster a learning environment that not only focuses on content transmission but also on the development of adaptive strategies that address students' specific needs. Ultimately, this research underscores the necessity of promoting more equitable, accessible, and academically relevant learning for engineering students.

Keywords: academic achievement, learning strategies, mathematical analysis, mathematical anxiety.

¹ Investigador en educación matemática, Red de docentes investigadores REDDI, Bucaramanga, Colombia. Orcid <https://orcid.org/0009-0006-7543-3662>

Dirección electrónica: migueltorresr@reddi.net

Artículo recibido: 30 de octubre, 2024

Enviado a corrección: 24 de febrero, 2025

Aprobado: 7 de abril, 2025

1. Introducción

El Cálculo Diferencial se considera una asignatura esencial para las ingenierías y para otras disciplinas científicas dado que proporciona las herramientas matemáticas fundamentales para abordar problemas complejos en estos campos. Sin embargo, a pesar de su relevancia, gran parte del estudiantado experimenta dificultades significativas al enfrentarse a esta asignatura. La naturaleza compleja del Cálculo Diferencial exige no solo una comprensión sólida de conceptos abstractos, sino también la habilidad para aplicar métodos matemáticos en situaciones prácticas, lo que puede resultar abrumador para quienes no cuentan con una base matemática previa (Hembree, 2021; Teófilo et al., 2023).

Esta serie de desafíos no solo repercute en el rendimiento académico, sino que también puede dar lugar a sentimientos de ansiedad y frustración. A su vez, estos factores afectan negativamente el fortalecimiento y confianza del estudiantado en sus habilidades matemáticas, aunado a sus diferentes emociones, lo que dificulta aún más su progreso en la asignatura (O'Leary y Hunt, 2024). Por lo tanto, es fundamental comprender estas dificultades para poder implementar estrategias educativas efectivas que promuevan un aprendizaje más accesible y significativo en el cálculo diferencial.

Investigaciones anteriores han identificado una variedad de factores que influyen en las dificultades que enfrenta el estudiantado al aprender Cálculo Diferencial, entre estos se incluyen la falta de preparación matemática previa, la percepción de la materia como altamente abstracta y la presencia de ansiedad matemática (Ocampo, 2023; Schoenfeld, 2020a). En este contexto, surge la necesidad de explorar con mayor profundidad cómo la población estudiantil aborda estos desafíos y qué estrategias implementan para superarlos. Este estudio cualitativo tiene como objetivo investigar las estrategias y las tácticas utilizadas para lidiar con las dificultades inherentes en el proceso de aprendizaje de Cálculo Diferencial. Dado que se brinda una comprensión integral de estas dinámicas, se espera que ello contribuya a la mejora del aprendizaje de esta asignatura. Lo anterior permitirá identificar las áreas que requieren apoyo adicional, con el propósito de crear intervenciones educativas más eficaces que fomenten un aprendizaje significativo en este campo fundamental. La indagación tuvo lugar en Bucaramanga, Colombia, desde marzo hasta agosto de 2024, lo que permitió una contextualización precisa de los datos recopilados.

A continuación, se presenta un marco teórico que fundamenta la investigación, ya que proporciona el contexto necesario para comprender los desafíos del aprendizaje del Cálculo

Diferencial. Se detalla la metodología utilizada para recolectar y analizar datos, esto facilita una visión clara de los procedimientos empleados en la investigación. Posteriormente, se discuten los resultados obtenidos, los cuales son analizados a la luz del marco teórico. Finalmente, se presentan sugerencias prácticas para mejorar el aprendizaje del Cálculo en la universidad.

2. Referente teórico

2.1 Definiciones clave

A continuación, se presentan dos definiciones clave para comprender el referente teórico, las definiciones delimitan los conceptos centrales del estudio, lo que asegura coherencia en el análisis e interpretación de los resultados sobre el aprendizaje del Cálculo Diferencial:

- **Cálculo Diferencial:** es una disciplina fundamental dentro de las matemáticas que se centra en el análisis del cambio y la fluctuación en relación con distintas variables. Este campo se centra en conceptos fundamentales, como las derivadas y los límites, que permiten analizar y comprender cómo cambian las cantidades en diversas circunstancias. Su aplicación es crucial en múltiples disciplinas científicas y de ingeniería, donde se utiliza para modelar y resolver problemas complejos que involucran dinámicas variables (Stewart, 2016). A través del cálculo diferencial, la comunidad estudiantil puede desarrollar habilidades analíticas que le permitan abordar fenómenos en campos como la física, la economía y la biología, entre otras.
- **Ansiedad matemática:** se define como una reacción emocional negativa que experimentan las personas al enfrentarse a situaciones que requieren el uso de habilidades matemáticas. Este fenómeno puede presentarse de varias formas, como el miedo, la frustración y la inseguridad, y ocasiona un efecto considerable en el desempeño académico y la motivación del estudiantado (Jamieson et al., 2020). La ansiedad relacionada con las matemáticas no solo puede limitar la habilidad del estudiantado para llevar a cabo cálculos o resolver problemas, sino que también puede provocar que evite situaciones académicas que involucren matemáticas, lo que repercute en su avance y confianza en el proceso de aprendizaje.

El Cálculo Diferencial se posiciona como una materia esencial en la educación de estudiantes de ingeniería y disciplinas científicas, esta rama proporciona las herramientas fundamentales matemáticas requeridas para abordar desafíos complejos en dichas áreas. Su enseñanza y aprendizaje se basan en teorías de aprendizaje cognitivo y constructivista, las cuales subrayan la relevancia de las experiencias anteriores y su implicación en el proceso educativo. Según Piaget (1971), el aprendizaje se conceptualiza como un proceso de construcción activa, en el que las personas incorporan nuevas experiencias a su estructura cognitiva existente. Esta perspectiva implica que la comprensión de conceptos abstractos en Cálculo Diferencial está estrechamente relacionada con las habilidades matemáticas previas de cada ser, lo que resalta la necesidad de investigar a fondo las dificultades encontradas al abordar la materia.

Para Piaget (1971), al explorar estas dificultades se puede obtener una visión más clara de cómo el alumnado interactúa con el contenido, lo que permitirá diseñar estrategias pedagógicas que faciliten su aprendizaje y que, adicionalmente, promuevan un entendimiento más sólido de los conceptos matemáticos involucrados en el Cálculo Diferencial. Así, este enfoque no solo enriquece la práctica docente o colabora en su mejora académica general, sino que también aporta al desarrollo integral de las personas en formación profesional y científica. La investigación en este ámbito es crucial, pues al comprender los desafíos específicos que enfrenta el estudiantado, es posible implementar cambios significativos en la metodología de enseñanza, lo cual promueve un aprendizaje eficaz y representativo.

Teorías como la de las representaciones de Vergnaud (1990) proporcionan un marco conceptual fundamental para analizar cómo la población estudiantil comprende y modela matemáticamente los problemas relacionados con el Cálculo Diferencial. Esta teoría sugiere que el aprendizaje ocurre a través de la interacción entre los esquemas mentales del estudiantado y las situaciones de aprendizaje en las que se encuentra inmerso. Este enfoque permite identificar las barreras cognitivas que puede experimentar la comunidad estudiantil durante su estudio del Cálculo Diferencial.

Investigaciones recientes han respaldado esta perspectiva al señalar que las dificultades que enfrenta la población estudiantil en el aprendizaje del Cálculo suelen estar vinculadas a una comprensión limitada de los conceptos fundamentales y a la dificultad para aplicarlos en contextos reales y prácticos (Hernández Dávila et al., 2024). Estas limitaciones pueden derivar en confusiones y errores al resolver problemas matemáticos, lo que impacta negativamente

su rendimiento académico. Al examinar estas interacciones y representaciones se obtiene una visión más precisa de los desafíos específicos que afronta el estudiantado, lo que le permite a la comunidad docente ajustar sus estrategias didácticas y ofrecer el apoyo necesario para fortalecer la adquisición de conocimientos y competencias esenciales en Cálculo Diferencial.

La enseñanza del Cálculo Diferencial ha pasado de un enfoque mecánico a uno basado en la comprensión conceptual, como señalan Hernández Dávila et al. (2024), sin embargo, persisten desafíos debido a la falta de estrategias didácticas efectivas. Este estudio contribuye a esta línea de investigación al analizar cómo estos enfoques afectan la experiencia del estudiantado en la educación superior.

2.2 Obstáculos en la comprensión del cálculo

El marco conceptual de este estudio se centra en dos aspectos clave; a saber: los desafíos del estudiantado al aprender Cálculo Diferencial y las tácticas que emplea para superar dichos retos. Los obstáculos identificados pueden agruparse en tres categorías principales:

- **Barreras cognitivas:** estas barreras abarcan la falta de comprensión de conceptos abstractos, tales como límites, derivadas y continuidad, la comprensión matemática se construye progresivamente, integrando conocimientos previos y aplicándolos en contextos significativos. El estudiantado encuentra dificultades significativas para asimilar estas ideas sin una base sólida en matemáticas previas, lo que les impide avanzar en su comprensión del Cálculo (Gutiérrez et al., 2024).
- **Factores emocionales:** la ansiedad matemática representa un desafío significativo que impacta el rendimiento académico del estudiantado. Según Jamieson et al. (2020), este tipo de ansiedad no solo influye en la forma en que las personas perciben y afrontan las tareas matemáticas, sino que también desencadena respuestas de estrés que pueden afectar negativamente su desempeño. Quienes experimentan altos niveles de ansiedad matemática tienden a evaluar estas situaciones como amenazantes, lo que puede generar evitación de actividades relacionadas con las matemáticas y una disminución de la confianza en sus habilidades.
- **Aspectos pedagógicos:** la metodología de enseñanza empleada por el personal docente juega un aspecto fundamental en la forma en que el alumnado enfrenta las dificultades inherentes al Cálculo. La ausencia de estrategias pedagógicas que

consideren la diversidad de necesidades y estilos de aprendizaje puede agravar las barreras del aprendizaje e impedir que la población estudiantil acceda a los recursos necesarios para una comprensión efectiva de la materia, como por ejemplo tutorías personalizadas (Schoenfeld, 2020a).

2.3 Métodos de aprendizaje

Las estrategias o métodos que a menudo suelen utilizar quienes cursan Cálculo Diferencial para superar dificultades en la asignatura son variadas e incluyen tanto la comprensión conceptual como el desarrollo de habilidades procedimentales y aplicadas, lo cual abarca distintos aspectos del aprendizaje matemático, por ejemplo:

- **Uso de tecnologías educativas:** la integración e implementación de software educativo en el aprendizaje del Cálculo Diferencial ha mostrado ser un recurso clave para abordar las dificultades conceptuales de muchas y muchos estudiantes. Herramientas tecnológicas como aplicaciones interactivas, software de simulación y plataformas *online* especializadas le facilitan al estudiantado visualizar conceptos matemáticos que para ellos pueden ser complejos como derivadas y límites de una manera más tangible y comprensible (Alarcón et al., 2022). Estas herramientas no solo facilitan la interacción con los problemas matemáticos, sino que también promueven un aprendizaje más autónomo, donde las personas que aprenden pueden explorar a su propio ritmo y reforzar sus conocimientos mediante ejercicios interactivos y retroalimentación inmediata.

La incorporación de tecnologías educativas en este ámbito ha demostrado ser un recurso que no solo facilita la comprensión de los conceptos, sino que también eleva la motivación del estudiantado al enfrentar los retos del Cálculo Diferencial. Para Alarcón et al., (2022), las tecnologías interactivas contribuyen a la reducción de la ansiedad matemática, pues brindan un entorno controlado en el que el estudiantado puede experimentar y equivocarse sin las presiones tradicionales del aula.

- **Apoyo entre pares:** el aprendizaje colaborativo entre estudiantes ha emergido como una estrategia de aprendizaje crucial para enfrentar las dificultades en la comprensión del Cálculo Diferencial. Los entornos en los que las personas estudiantes pueden trabajar juntas, compartir sus ideas y discutir los problemas a los que se enfrentan facilitan una comprensión más profunda del material. De acuerdo con Hernández et al.

(2023), la colaboración entre compañeros y compañeras permite que el alumnado identifique sus propias lagunas de conocimiento al explicarles conceptos a otras personas y refuerce su comprensión mediante el intercambio de estrategias y enfoques de resolución de problemas. La interacción social en el aprendizaje no solo contribuye a una mejor retención de los contenidos, sino que fortalece habilidades blandas, como la colaboración y la comunicación efectiva, competencias esenciales para la formación de profesionales en ingeniería y en ciencias.

- **Metodologías de aprendizaje activo:** respecto a las estrategias pedagógicas, las metodologías de aprendizaje activo han mostrado una notable efectividad en la enseñanza del cálculo diferencial. Estrategias como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje basado en proyectos (APP) tienen el propósito de involucrar activamente al estudiantado en su propio proceso de aprendizaje, promoviendo la aplicación práctica de los conceptos teóricos para resolver situaciones reales (Ocampo, 2023; Ramírez y Martínez, 2024). Las futuras personas profesionales dejan de ser solo quienes reciben la información para asumir un rol activo en la creación de su propio aprendizaje. Al abordar problemas abiertos se sienten motivadas a aplicar técnicas matemáticas y a combinar conocimientos previos y desarrollar habilidades de razonamiento crítico. Estas metodologías promueven una mayor implicación cognitiva, motivación y responsabilidad en el aprendizaje dado que experimentan de primera mano cómo los conceptos del cálculo diferencial son aplicables en contextos prácticos y profesionales. Ocampo (2023) destaca que, a través de estas metodologías, el estudiantado desarrolla una mayor autonomía en el aprendizaje y está mejor preparado para enfrentar los desafíos futuros en sus campos de especialización.
- **Estrategias de aprendizaje:** son métodos y técnicas que la población estudiantil implementa para facilitar su comprensión y retención de la información. Estas estrategias pueden variar ampliamente, e incluyen el uso de tecnologías educativas, la colaboración con compañeros y compañeras, la aplicación de enfoques pedagógicos activos que fomentan la participación (Hernández et al., 2023). Al emplear estas estrategias, el grupo estudiantil fortalece su capacidad para asimilar y aplicar conocimientos, además, puede desarrollar habilidades metacognitivas que le ayuden a reflexionar sobre su propio aprendizaje y adaptar las estrategias según sus necesidades particulares.

2.4 Sustentos Jurídicos

En el contexto colombiano, la Ley 115 de 1994 establece un marco normativo que guía la educación en el país, y pone un fuerte énfasis en la necesidad de adoptar enfoques pedagógicos que se alineen con las particularidades y necesidades de quienes se encuentran en formación académica. Esta legislación resalta la importancia de proporcionar un entorno educativo que no solo contemple las características individuales del alumnado, sino que también promueva su desarrollo integral a través de experiencias de aprendizaje significativas. La Ley 115, al considerar la variedad de habilidades y estilos de aprendizaje presentes en el aula, tiene como objetivo asegurar que toda la población estudiantil pueda acceder a una educación de calidad, ajustada a sus realidades y capacidades (Ministerio de Educación Nacional, 1994).

Además, los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional para la educación superior refuerzan esta visión al enfatizar la importancia de cultivar competencias matemáticas robustas. Estas directrices sugieren la adopción de metodologías activas que promuevan la implicación de las y los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. Este enfoque no solo busca enriquecer la comprensión de los conceptos matemáticos, sino que también pretende involucrar al estudiantado en su desarrollo académico, y facilita así la adquisición de habilidades críticas y analíticas que serán esenciales para su futura trayectoria profesional (Ministerio de Educación Nacional, 2018).

3. Metodología

El presente estudio parte de la idea de que las dificultades en Cálculo Diferencial no pueden explicarse únicamente por la complejidad de sus conceptos, sino por la influencia de aspectos emocionales y pedagógicos. Desde esta perspectiva se han identificado tres ejes fundamentales como supuestos teóricos que orientan la investigación:

- **Relación entre barreras cognitivas y emocionales:** las dificultades en Cálculo Diferencial no derivan exclusivamente de la falta de conocimientos matemáticos previos, sino que también están vinculadas a factores como la ansiedad matemática y la baja confianza en las propias habilidades. Este planteamiento coincide con investigaciones anteriores que resaltan el papel del componente emocional en el aprendizaje de las matemáticas (Carvajal y Hernández, 2020).

- **Influencia de la enseñanza en la percepción del cálculo diferencial:** se considera que los métodos pedagógicos empleados en la enseñanza de esta asignatura impactan significativamente en la forma en que el estudiantado enfrenta sus desafíos. Además de enriquecer la comprensión de los conceptos matemáticos, la autonomía y el apoyo social son aspectos que juegan un papel fundamental en el éxito académico. Un enfoque basado únicamente en la transmisión de contenido conceptual puede resultar insuficiente para abordar las dificultades de aprendizaje, lo que sugiere la necesidad de estrategias más dinámicas y centradas en el estudiantado (Pinargote y Caicedo, 2019).
- **Estrategias de afrontamiento y su contribución al aprendizaje:** se plantea que el uso de herramientas tecnológicas y el aprendizaje colaborativo son elementos clave para reducir tanto las barreras cognitivas como las emocionales en Cálculo Diferencial. La incorporación de estos recursos no solo puede facilitar la comprensión de los conceptos, sino que también fortalece la confianza del estudiantado y promueve un aprendizaje más accesible y efectivo (Clements et al., 2023).

Este estudio distingue entre estrategias de aprendizaje, métodos de enseñanza y metodologías, mientras que las estrategias son recursos empleados por el estudiantado para mejorar su comprensión, los métodos son procedimientos aplicados por el profesorado y la metodología engloba el enfoque general del proceso de enseñanza. Esta diferenciación es clave para interpretar adecuadamente los resultados.

3.1 Enfoque

Este estudio se basa en un enfoque cualitativo que busca indagar y entender en profundidad las experiencias y percepciones del estudiantado de ingeniería sobre las dificultades que encuentra al aprender Cálculo Diferencial. Este enfoque es especialmente relevante en el campo de la investigación educativa, ya que permite captar la complejidad de las experiencias individuales y contextuales que influyen en el proceso de aprendizaje. Tal consideración es fundamental dado que el aprendizaje no ocurre en un vacío, sino que está influenciado por una variedad de factores, incluidos los antecedentes académicos, las emociones y el entorno social de quienes lo cursan (Creswell y Poth, 2018).

Asimismo, se exploran las estrategias que emplea el estudiantado para superar dichos obstáculos. Para desarrollar esta investigación se llevaron a cabo entrevistas detalladas con

el estudiantado, lo que permitió examinar las barreras cognitivas, emocionales y pedagógicas que impactan su aprendizaje y rendimiento académico. Las preguntas de investigación que guiaron este estudio fueron las siguientes: ¿cuáles son las principales dificultades que enfrenta el estudiantado de ingeniería al abordar el Cálculo Diferencial?, ¿qué estrategias considera más efectivas para superar estas dificultades? Al explorar estos temas se buscó obtener un entendimiento más profundo de los retos experimentados. Esto, a su vez, puede ayudar a mejorar las prácticas educativas y la creación de recursos que promuevan el aprendizaje de esta asignatura fundamental. Este análisis tiene como objetivo buscó no solo favorecer al ámbito académico, sino también ofrecer herramientas útiles para docentes y estudiantes en la búsqueda de un aprendizaje más significativo y efectivo en Cálculo Diferencial.

La presente investigación se enmarcó en un tipo de investigación exploratorio-descriptivo. Se considera exploratoria debido a su propósito de identificar y examinar un fenómeno. Esta etapa exploratoria fue esencial para captar las experiencias del estudiantado, lo que a su vez ayudó a ampliar el conocimiento en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas en la educación superior (Merriam y Tisdell, 2015). Por otro lado, el enfoque descriptivo se justifica en la intención de ofrecer un relato detallado de las experiencias de la población estudiantil, así como de las dificultades y estrategias que emergen de sus relatos. Esta descripción no solo proporciona una base empírica que puede ser valiosa para futuras investigaciones, sino que también tiene importantes implicaciones prácticas para la mejora de la enseñanza del Cálculo en el aula universitaria (Creswell, 2014). Al abordar tanto la exploración como la descripción, este estudio pretende ofrecer un panorama integral que informe y potencie estrategias de aprendizaje en el ámbito del Cálculo Diferencial.

3.2 Unidades de análisis

Esta investigación se enfocó en las vivencias y percepciones del alumnado de ingeniería, en los desafíos que encuentra al estudiar Cálculo Diferencial. La población participante fue seleccionada de un grupo más amplio de estudiantes de una universidad privada ubicada en Bucaramanga, Colombia. La selección se llevó a cabo de manera voluntaria, con criterio de selección abierto, lo que permitió conformar una muestra con diversidad en cuanto a género, edad y experiencias previas en matemáticas. La selección del campus universitario se debió a que el investigador realiza su labor en dicha institución, lo que facilita el acceso directo a la información relevante para el estudio.

Se realizó entrevistas a 12 estudiantes, un número considerado apropiado para estudios cualitativos, ya que facilita la saturación de datos. Este término se refiere al momento en que la obtención de información nueva ya no ofrece datos significativos adicionales (Guest et al., 2006). Este tamaño de muestra se alinea con investigaciones cualitativas previas en el campo educativo que utilizan entrevistas semiestructuradas para profundizar en las experiencias de las personas participantes y, además, permite realizar un buen tratamiento de datos (Merriam y Tisdell, 2015).

Antes de realizar la entrevista, se solicitó a quienes contribuyeron que firmaran un consentimiento informado. En este documento, se les proporcionó información sobre los objetivos del estudio, los procedimientos a seguir y se les aseguró la confidencialidad de sus respuestas. Se enfatizó que su participación era completamente voluntaria y que tenían la libertad de retirarse en cualquier momento sin que esto tuviera repercusiones académicas o personales. Para garantizar el anonimato de la comunidad estudiantil, se emplearon pseudónimos tanto en el análisis de los datos como en la presentación de los hallazgos, siguiendo las pautas éticas en la investigación en ciencias sociales y humanas (Rubin y Rubin, 2012). Las entrevistas se realizaron entre marzo y agosto de 2024, y el análisis de los datos se inició simultáneamente con la recolección de información. Este enfoque interactivo facilitó la modificación de las preguntas de las entrevistas a medida que surgían nuevos temas y patrones en las respuestas del grupo de estudio.

3.3 Técnicas de recolección

Se eligió la entrevista semiestructurada como la técnica principal para la recolección de datos (Anexo 1). Este enfoque es muy valorado en la investigación cualitativa, ya que permite explorar a fondo las experiencias de las personas involucradas, lo que facilita una comprensión más rica y compleja de los fenómenos en estudio (Calilo et al., 2016). Las entrevistas semiestructuradas brindan la flexibilidad necesaria para abordar tanto los temas previamente identificados como aquellos que surgen de manera espontánea durante la interacción con el grupo estudiantil, y facilitan así una exploración más amplia y dinámica de sus percepciones y vivencias (Rubin y Rubin, 2012). Al brindar un espacio para que la población estudiantil comparta sus experiencias de manera detallada, las entrevistas semiestructuradas permiten revelar matices que podrían pasar desapercibidos en métodos cuantitativos más rígidos (Denzin y Lincoln, 2018).

De este modo, la investigación no solo pretende reconocer las dificultades que experimentan quienes cursan esta asignatura, sino que también aspira a proporcionar un análisis que ayude a mejorar las prácticas educativas en el área del Cálculo Diferencial. La entrevista semiestructurada se elaboró tras revisar la literatura relacionada con las estrategias de aprendizaje, los retos en el Cálculo Diferencial y los estudios previos sobre la enseñanza de las matemáticas en la educación superior (Ocampo, 2023; Hernández et al., 2023). Este formato incluyó 15 preguntas abiertas, lo que brindó al alumnado la oportunidad de compartir de forma libre y exhaustiva sus ideas, sentimientos y vivencias relacionados con el aprendizaje del Cálculo Diferencial. Además, se incorporaron preguntas específicas que abordaban aspectos clave previamente identificados en la revisión de la literatura, lo que proporcionó un enfoque más focalizado. Las preguntas se estructuraron en torno a tres dimensiones principales: dificultades cognitivas, dificultades emocionales y estrategias de aprendizaje, con el objetivo de explorar de manera integral los diferentes factores que influyen en el proceso de aprendizaje del estudiantado.

La investigación se basa en un diseño fenomenológico, que es un enfoque cualitativo enfocado en describir y comprender la esencia de las experiencias vividas por las personas en un contexto particular (Giorgi, 2009). Las entrevistas se realizaron de forma individual, lo que aseguró un ambiente de confianza y apertura, lo cual propició así la expresión sincera y auténtica de quienes participaron. Esta atmósfera de seguridad fue esencial para captar la riqueza y complejidad de las experiencias narradas. Tras la recolección de los datos, se llevó a cabo un análisis mediante el enfoque de análisis temático. Este enfoque es útil para detectar patrones y temas recurrentes en las narrativas de la población estudiantil (Braun y Clarke, 2006). El análisis temático se destaca en la investigación cualitativa, ya que permite clasificar los datos en categorías relevantes, lo que brinda una comprensión más profunda de las experiencias del alumnado en las estrategias de aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Se formuló un conjunto de preguntas enfocadas en las dificultades cognitivas, las cuales se dirigieron a aspectos clave del proceso de aprendizaje como la abstracción matemática, la comprensión de conceptos fundamentales de Cálculo Diferencial, tales como límites y derivadas, así como en las habilidades matemáticas previas que la comunidad estudiantil consideró esenciales para abordar con éxito la asignatura (Artigue, 2016). Asimismo, se examinaron aspectos relacionados con la transferencia de conocimientos adquiridos

previamente y la habilidad para utilizar los conceptos del Cálculo en la solución de problemas prácticos, lo cual es fundamental para lograr una comprensión de la asignatura.

Se investigaron las vivencias emocionales de la población estudiantil en torno a su proceso de aprendizaje del Cálculo, incluidos factores como el estrés, la ansiedad matemática y el miedo al fracaso. Estos elementos han sido ampliamente identificados en la literatura como influyentes en el rendimiento académico en matemáticas (Ramírez y Martínez, 2024; Jamieson et al., 2020). Las preguntas también exploraron cómo estas emociones afectan su motivación y disposición para enfrentar los desafíos que plantea la asignatura.

La sección de preguntas centrada en las estrategias de aprendizaje exploró las prácticas activas que utiliza el estudiantado para potenciar su comprensión y abordar los desafíos que enfrenta en Cálculo Diferencial. En este sentido, se consultaron aspectos como el uso de herramientas tecnológicas, la colaboración con compañeras y compañeros, la búsqueda de recursos adicionales, tanto digitales como impresos, entre otros. Del mismo modo, se exploraron las preferencias educativas del alumnado respecto a los enfoques de enseñanza que considera más efectivos para su aprendizaje (Hernández et al., 2023).

3.3.1 Variables y dimensiones

El instrumento para la recolección de datos incluyó las siguientes dimensiones, destacadas en negrita, junto con sus respectivas variables:

- **Dificultades cognitivas:** nivel de comprensión de conceptos clave, como teoremas; propiedades; habilidades matemáticas previas, como procedimientos; formas de trabajo; transferencia de conocimiento; abstracción conceptual y de pensamiento matemático.
- **Dificultades emocionales:** ansiedad matemática, miedo al fracaso, motivación, autoestima académica.
- **Estrategias de aprendizaje:** uso de herramientas tecnológicas, trabajo colaborativo, autoaprendizaje, preferencias de aprendizaje, estas pueden ser muchas más y depender de las diferencias individuales del estudiantado.

Cada una de estas variables se definió a través de las dimensiones mencionadas anteriormente, que se indagaron en la entrevista para detectar patrones comunes entre el estudiantado. Este enfoque permitió realizar un análisis exhaustivo de las experiencias compartidas, así como de las diferencias individuales en la forma en que las personas

enfrentan los desafíos del Cálculo Diferencial. La entrevista pasó por un riguroso proceso de validación por parte de especialistas en el área, que incluyó la revisión de tres personas docentes en educación superior con especialización en metodologías cualitativas. Este proceso aseguró que las preguntas fueran claras, relevantes y coherentes con los objetivos de la investigación. Además, se llevó a cabo una prueba piloto con dos integrantes de la comunidad estudiantil de ingeniería que permitió realizar ajustes menores en la redacción de algunas preguntas para garantizar su adecuada comprensión y relevancia.

3.4 Procesamiento de análisis

El análisis de los datos obtenidos se realizó utilizando un enfoque descriptivo y temático. El análisis descriptivo permitió organizar y resumir la información, mientras que el análisis temático facilitó la identificación de patrones comunes en las respuestas del alumnado por medio de un proceso sistemático de codificación y categorización. El análisis temático es una técnica ampliamente utilizada en estudios cualitativos debido a su flexibilidad y capacidad para descubrir e interpretar patrones significativos en los datos (Braun y Clarke, 2006). Es particularmente útil en investigaciones que exploran experiencias individuales y percepciones subjetivas, como en este caso, donde se analizan las vivencias del alumnado frente a los retos en Cálculo Diferencial.

Para llevar a cabo el análisis de la entrevista semiestructurada, se emplearon diversas técnicas cualitativas, específicamente codificación abierta, axial y selectiva:

Codificación abierta: esta técnica implica segmentar el texto en unidades mínimas de significado, lo que implica asignar códigos iniciales a cada fragmento que reflejan la esencia del contenido. La codificación abierta es fundamental en la primera etapa del análisis cualitativo, ya que organiza de manera preliminar los datos (Strauss y Corbin, 1998).

Codificación axial: en esta fase, los códigos generados inicialmente se agrupan y relacionan entre sí para formar temas y subtemas, lo que permite buscar patrones que representen las experiencias del estudiantado. La codificación axial permite establecer conexiones y relaciones significativas entre los códigos abiertos, lo cual facilita el agrupamiento de los datos en categorías amplias (Creswell y Poth, 2018).

Codificación selectiva: finalmente, se eligieron los temas más significativos, lo que aseguró su correspondencia con los objetivos de la investigación y lo que permitió

organizar las categorías y subcategorías que fundamentan el análisis. Este proceso permitió identificar y destacar los temas más significativos dentro del marco del estudio (Patton, 2015).

Para construir las categorías y subcategorías, se siguió un proceso interactivo basado en la teoría fundamentada (Charmaz, 2014; Miles et al., 2014). Las etapas del proceso fueron las siguientes:

- **Identificación inicial de temas:** se elaboró una lista preliminar de temas y conceptos clave con base en las respuestas obtenidas en las entrevistas, los cuales fueron relacionados con las dimensiones del estudio (dificultades cognitivas, emocionales y estrategias de aprendizaje).
- **Desarrollo de categorías principales:** los temas identificados se agruparon en categorías amplias, que representan los elementos centrales de las percepciones y experiencias estudiadas.
- **Creación de subcategorías:** cada categoría principal fue subdividida en subcategorías, las cuales detallan aspectos específicos dentro de cada dimensión de análisis. Por ejemplo, la categoría "dificultades emocionales" incluye subcategorías como "ansiedad matemática" y "miedo al fracaso".
- **Validación y ajuste de categorías:** La estructura de categorías y subcategorías fue revisada y ajustada mediante un proceso de triangulación por parte de personas expertas, lo cual garantiza que se mantenga la coherencia con los objetivos de la investigación y la consistencia interna de la estructura de categorías.

Las tablas que se presentan a continuación forman parte de una selección representativa de los resultados obtenidos, incluidos las categorías y patrones más relevantes identificados en el análisis. Los demás hallazgos, aunque semejantes en tendencia y contenido, no se muestran en su totalidad para evitar redundancias y facilitar la comprensión de la información clave.

Tabla 1
Construcción de categorías y subcategorías

Categoría	Subcategorías	Ejemplo de Código
Dificultades cognitivas	Abstracción conceptual, falta de bases matemáticas	"Confusión en límites y derivadas"
Dificultades emocionales	Ansiedad matemática, miedo al fracaso	"Temor al enfrentar problemas de cálculo"
Estrategias de aprendizaje	Herramientas tecnológicas, trabajo colaborativo	"Uso de aplicaciones educativas"

Fuente: Elaboración propia basada en la información recopilada de la entrevista semiestructurada, 2024.

La Tabla 1 presenta las categorías y subcategorías principales derivadas de los datos obtenidos a través de las entrevistas semiestructuradas. En ella, se destacan las dificultades cognitivas, tales como la abstracción conceptual y la carencia de una base sólida en matemáticas, las cuales se reflejan en expresiones como “confusión con los límites y derivadas”. Además, se identifican dificultades emocionales, como la ansiedad matemática y el miedo al fracaso, ilustradas con ejemplos como “temor al enfrentarse a problemas de Cálculo”.

Asimismo, las estrategias de aprendizaje, que incluyen el uso de herramientas tecnológicas y el trabajo colaborativo, se presentan como respuestas clave evidenciadas en comentarios que mencionan “uso de aplicaciones educativas”. Esta organización en categorías ofrece un marco claro para entender las principales dificultades y estrategias que el estudiantado emplea en su proceso de aprendizaje del Cálculo Diferencial. Para el análisis de los datos, se utilizó el software ATLAS.ti 23, una herramienta diseñada para el procesamiento y organización de información cualitativa.

El proceso de análisis temático siguió las fases propuestas por Braun y Clarke (2006), descritas a continuación:

- **Familiarización con los datos:** se realizó una lectura exhaustiva de las transcripciones de las entrevistas para comprender el contexto y los matices de cada respuesta.
- **Generación de Códigos iniciales:** los fragmentos relevantes fueron etiquetados con códigos preliminares, lo que permitió identificar temas recurrentes y organizarlos de forma inicial.
- **Búsqueda de temas:** los códigos se organizaron en categorías amplias que representan los significados comunes entre el estudiantado, como “ansiedad matemática” y “uso de herramientas tecnológicas.”

- **Revisión de temas:** los temas se revisaron y se ajustaron para asegurar que representaran de forma precisa el contenido y respondieran a los objetivos del estudio.
- **Definición y nominación de temas:** los temas finales fueron definidos y nombrados a partir de su relevancia para responder a las preguntas de investigación.

Tabla 2
Análisis temático, proceso analítico mediante categorías y subcategorías

Fragmento de Entrevista	Código	Categoría	Subcategoría
"Me siento ansioso cuando enfrento un problema de cálculo complicado."	Ansiedad matemática	Dificultades emocionales	Ansiedad matemática
"Mis compañeros y yo nos ayudamos con ejercicios y eso me ha servido."	Apoyo de compañeros	Estrategias de aprendizaje	Trabajo colaborativo
"Las aplicaciones como Wolfram me ayudan a entender los conceptos."	Uso de herramientas tecnológicas	Estrategias de aprendizaje	Herramientas tecnológicas

Fuente: Elaboración propia basada en la información recopilada de la entrevista semiestructurada, 2024.

El análisis temático identificó categorías clave sobre las dificultades y estrategias de aprendizaje en cálculo diferencial. Los ejemplos incluyen la ansiedad matemática al enfrentar problemas complejos, el apoyo de compañeros y compañeras en el aprendizaje colaborativo y el uso de herramientas tecnológicas, como Wolfram. Estos ejemplos ilustran cómo se aplicaron las categorías para interpretar las experiencias estudiantiles.

4. Resultados

A continuación, se presentan los hallazgos sobre las principales dificultades que encontró el alumnado de ingeniería al aprender Cálculo Diferencial. Se identificaron tres grandes áreas de barreras: cognitivas, emocionales y pedagógicas. Las tablas número 3 y 4 permiten desglosar en mayor detalle las subcategorías de cada tipo de dificultad, así como las percepciones y ejemplos que la comunidad estudiantil compartió durante las entrevistas. Esto facilita la identificación de la existencia de las dificultades, así como el grado de impacto y la frecuencia con la que se presentan en el desarrollo del aprendizaje.

Para determinar la frecuencia de mención, se analizó cuántas veces se reportó cada dificultad: se clasificó como "Muy Alta" cuando la dificultad apareció en la mayoría de las respuestas, "Alta" cuando fue mencionada de manera recurrente, y "Media" cuando su presencia en las entrevistas fue menos frecuente. Esta categorización permitió organizar la

información de manera estructurada para facilitar la identificación de los principales desafíos que enfrenta el estudiantado en el aprendizaje del Cálculo Diferencial.

Tabla 3.
Dificultades en el aprendizaje del cálculo diferencial: categorías, subcategorías y frecuencia de mención

Categoría Principal	Subcategoría	Frecuencia de mención	Descripción	Respuesta de los estudiantes
Dificultades cognitivas	Comprensión de conceptos abstractos	Alta	Dificultad para entender conceptos abstractos, como límites y derivadas, debido a la falta de un marco conceptual sólido.	"Los límites y derivadas son confusos, a veces no veo cómo aplicarlos en problemas reales."
	Ausencia de bases matemáticas y saberes previos	Alta	Carencias en álgebra y trigonometría, que dificultan el avance en temas avanzados.	"No tengo una base sólida en álgebra; cuando me hablan de funciones, no entiendo todo."
	Uso de notación matemática compleja	Media	Confusión ante el uso de notación avanzada, lo que afecta la comprensión de problemas.	"Al ver ecuaciones tan largas, me pierdo en la notación y no sé por dónde empezar."
Dificultades emocionales	Ansiedad y estrés	Muy Alta	Nerviosismo constante ante problemas de cálculo, especialmente en evaluaciones.	"Siento que, aunque practique, me pongo nervioso en los exámenes y no logro recordar todo."
	Falta de confianza en habilidades matemáticas	Alta	Baja percepción de autoeficacia, que impacta la motivación y desempeño en clase.	"Siento que el cálculo no es para mí, me cuesta mucho y creo que no lo lograré."
Dificultades pedagógicas	Métodos de enseñanza tradicionales	Alta	Clases centradas en la teoría sin suficiente práctica o aplicación práctica.	"Los ejemplos que se ven en clase son solo para memorizar, no para entender."
	Falta de estrategias didácticas visuales	Media	Escasez de materiales visuales o software que faciliten la comprensión de los temas.	"Ver algo en una gráfica me ayuda a entender, pero no lo usamos en clase."

Fuente: Elaboración propia basada en la información recopilada de la entrevista semiestructurada, 2024.

Este análisis revela que las dificultades cognitivas y emocionales son las más frecuentes y con mayor impacto en el alumnado. La comprensión de conceptos abstractos, tales como límites y derivadas, es percibida como una barrera cognitiva mayor. El estudiantado relaciona esta dificultad con la falta de preparación previa en matemáticas, y señala que áreas como álgebra, trigonometría y geometría son esenciales pero deficientes en su aprendizaje. Este hallazgo coincide con el estudio de Sierra y Torres (2019), quienes concluyen que la ausencia de bases matemáticas es una limitante crítica en la comprensión de temas de cálculo, lo cual afecta directamente la capacidad de razonamiento lógico en el estudiantado de ingeniería.

Respecto a las dificultades emocionales, la ansiedad y el estrés son los aspectos más destacados. Una parte de la población estudiantil menciona que considera el Cálculo Diferencial como una materia complicada, lo que genera una tensión constante que afecta su aprendizaje. La inseguridad en sus habilidades matemáticas contribuye a un ambiente donde dudan de su capacidad para aprobar la materia, lo que a su vez crea una espiral negativa que impacta tanto su rendimiento como su motivación para seguir en el programa académico. Esta percepción se ve influenciada por experiencias previas con las matemáticas, métodos de enseñanza poco dinámicos y la presión por obtener buenos resultados.

Las estrategias adoptadas por el grupo de estudiantes para superar estas barreras son variadas y reflejan un intento de adaptar su aprendizaje a métodos alternativos, como se muestra en la Tabla 4. Estas estrategias, que incluyen el uso de herramientas tecnológicas, el trabajo colaborativo y el acceso a recursos externos, le permiten complementar y reforzar los contenidos abordados en clase de una manera más efectiva y accesible. Además, son seleccionadas de manera autónoma por el estudiantado, según sus preferencias y experiencias previas, en un esfuerzo por mejorar su comprensión y desempeño en la asignatura.

Tabla 4.
Estrategias de aprendizaje para superar las dificultades en cálculo
diferencial, percepciones del estudiantado

Estrategia	Descripción	Frecuencia de mención	Beneficios percibidos	Respuestas de estudiantes
Uso de herramientas tecnológicas	Uso de software como Wolfram, GeoGebra y calculadoras gráficas para resolver y visualizar problemas de cálculo.	Alta	Permiten la visualización gráfica y la comprensión paso a paso de los problemas.	"Uso Wolfram para ver el proceso de derivación y entender cómo se llega a cada paso."
Trabajo colaborativo	Creación de grupos de estudio donde el estudiantado resuelve problemas y discute dudas en conjunto.	Alta	Fomenta el aprendizaje compartido y reduce la ansiedad al resolver problemas en equipo.	"Estudiar con mis compañeros me ayuda a ver los problemas desde diferentes perspectivas."
Recursos en línea y videos educativos	Uso de tutoriales en YouTube y plataformas de educación para reforzar conceptos vistos en clase.	Muy Alta	Brinda acceso a explicaciones detalladas y métodos alternativos para resolver problemas.	"Los videos de YouTube me ayudan a repasar el tema antes de los exámenes."
Asesoría con personal docente y tutor	Asistencia a sesiones de tutoría y asesoría personalizada para resolver dudas específicas.	Media	Permite aclarar conceptos y resolver problemas específicos en sesiones uno a uno.	"La asesoría con el profesor me ayuda a entender mejor las derivadas y los límites."

Fuente: Elaboración propia, basada en respuestas obtenidas en las entrevistas a estudiantes, 2024.

La población estudiantil enfatiza que el uso de herramientas tecnológicas como Wolfram y GeoGebra es una de las estrategias más efectivas. Estos programas no solo le permiten visualizar los conceptos, sino que también promueven un aprendizaje autónomo y experimental, también reduce la ansiedad al proporcionar retroalimentación inmediata y reforzar la confianza en sus habilidades matemáticas. Esto coincide con lo señalado por Vargas et al. (2022), quienes afirman que el estudiantado de matemáticas avanzadas, que emplea software especializado, mejora su comprensión y su actitud hacia la materia. La integración de estos recursos ofrece

un enfoque visual que ayuda al estudiantado a relacionar conceptos abstractos con representaciones concretas, lo que le permite superar las barreras cognitivas (Bedoya y Francisco, 2023).

El trabajo colaborativo es otra estrategia central. El estudiantado indicó que al formar grupos de estudio logra abordar los problemas desde diferentes enfoques y se reducen los niveles de estrés asociados al aprendizaje individual. Sin embargo, a pesar de estos beneficios, hay quien sigue enfrentando dificultades debido a la falta de confianza en sus conocimientos previos o al temor de equivocarse al compartir sus ideas. Este enfoque de aprendizaje es respaldado por la teoría sociocultural de Vygotsky (1978), quien argumenta que el aprendizaje es más efectivo en un contexto social donde el alumnado puede construir conocimiento colectivo y compartir sus habilidades para lograr un entendimiento más enriquecedor y menos intimidante de las temáticas.

4.1 Contraste de hipótesis y resultados

Los hallazgos de esta investigación respaldan los supuestos teóricos que orientaron el estudio. La presencia de barreras cognitivas y emocionales confirma que las dificultades en Cálculo Diferencial están influidas tanto por el dominio conceptual como por factores psicológicos y de aprendizaje. Los resultados refuerzan la idea de que una aproximación de aprendizaje adaptativa, que integre herramientas tecnológicas y fomente la colaboración, podría ser beneficiosa para enfrentar estos desafíos. Esto coincide con investigaciones previas (Carvajal y Hernández, 2020), que señalan que el aprendizaje de Cálculo Diferencial puede mejorarse significativamente mediante la implementación de recursos y técnicas de apoyo que mitiguen el impacto de la ansiedad y refuercen el sentido de autoeficacia en el estudiantado.

El análisis de los resultados en función de los supuestos teóricos de este estudio permite identificar una relación clara entre las barreras cognitivas y emocionales que enfrenta el estudiantado al aprender Cálculo Diferencial, así como las estrategias utilizadas para superarlas. Si bien, inicialmente se planteó que las dificultades en esta materia no podían atribuirse únicamente a la complejidad de los conceptos, sino que

también estaban influenciadas por factores emocionales y pedagógicos, los hallazgos confirman esta premisa. En particular, se evidencia que además de los desafíos conceptuales asociados a la abstracción matemática y el razonamiento lógico, aspectos emocionales como la ansiedad y la falta de confianza en las propias capacidades desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje de Cálculo Diferencial. Este descubrimiento concuerda con estudios recientes que enfatizan el papel del componente emocional en el aprendizaje, especialmente en disciplinas que requieren habilidades de análisis profundo (Pinargote y Caicedo, 2019).

Aunado a lo anterior, la población estudiantil destacó que estrategias como el uso de aplicaciones tecnológicas y el aprendizaje colaborativo fueron fundamentales para afrontar las dificultades en Cálculo Diferencial. Estos hallazgos respaldan el supuesto teórico de que la autonomía y el apoyo social desempeñan un papel clave en el éxito académico. A partir de esto, se sugiere que las instituciones educativas podrían beneficiarse de un enfoque que, además de priorizar los contenidos conceptuales, integre el acompañamiento emocional en la enseñanza del Cálculo Diferencial. Adoptar una visión más integral no solo reafirma la importancia de los factores no cognitivos en el aprendizaje, sino que también puede contribuir a mejorar la retención y el rendimiento académico en disciplinas matemáticas de alta exigencia a nivel universitario (Clements et al., 2023).

4.2 Discusión de los objetivos de la investigación

El objetivo fundamental de esta investigación fue investigar y examinar las dificultades que el estudiantado de ingeniería encuentra al estudiar Cálculo Diferencial, así como las estrategias que emplea para superar estos desafíos. En los resultados se destacaron dificultades de diferentes tipos: cognitivas, emocionales y pedagógicas, lo que sugiere que el aprendizaje de Cálculo Diferencial es una experiencia compleja que no solo depende de los conceptos matemáticos. Esto concuerda con investigaciones que señalan que las dificultades en este campo están estrechamente ligadas a factores emocionales y motivacionales, como la autoconfianza y el manejo de la ansiedad (García et al., 2023; Cruz y Herrera, 2024). Por ello, implementar

enfoques de enseñanza que presenten el contenido de forma clara y que aborden la ansiedad y refuercen la confianza puede ser esencial para mejorar los resultados. Una enseñanza efectiva debería integrar metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas y el uso de herramientas tecnológicas, además de fomentar un ambiente de apoyo donde se reconozcan y gestionen las emociones asociadas al aprendizaje del Cálculo Diferencial.

En lo que respecta a las estrategias de aprendizaje, el grupo de estudio aprecia enormemente el uso de herramientas tecnológicas y recursos disponibles en línea, como aplicaciones de Cálculo y tutoriales en YouTube. Estas herramientas le permiten visualizar de manera más dinámica y clara conceptos que de otro modo serían muy abstractos y difíciles de entender. Esta tendencia sugiere que los métodos tradicionales de enseñanza del Cálculo Diferencial podrían beneficiarse enormemente de la incorporación de tecnologías que faciliten la visualización de conceptos y promuevan la autonomía en el aprendizaje (Barradas Arenas, 2021). De hecho, la posibilidad de estudiar de manera autodirigida y a su propio ritmo ha sido reportada en estudios previos como un factor que aumenta la motivación y facilita la comprensión (Coca et al., 2022).

Un descubrimiento significativo en relación con los objetivos del estudio es el efecto favorable del aprendizaje colaborativo. Una parte de la comunidad estudiantil indicó que estudiar en grupo le permite enfrentar de manera conjunta problemas matemáticos percibidos como desafiantes, lo cual reduce la ansiedad y fortalece la comprensión. Este resultado respalda las teorías de aprendizaje colaborativo que destacan la importancia de construir conocimiento en un entorno de apoyo entre pares (Johnson y Johnson, 2018). Sin embargo, los datos también indican que en las estructuras formales de enseñanza universitaria existen pocas instancias para este tipo de interacción entre estudiantes. Esto sugiere que sería beneficioso que las instituciones promuevan espacios donde el alumnado pueda trabajar en equipo, compartir conocimientos y apoyarse mutuamente, lo cual podría ayudar a reducir la percepción de dificultad y mejorar el desempeño académico.

Otro aspecto fundamental para alcanzar los objetivos de esta investigación es la conexión directa entre estudiantes y docentes, especialmente durante las sesiones de asesoría o tutoría individualizada. Para mucha población estudiantil, estos momentos de interacción son fundamentales para resolver dudas específicas y consolidar su comprensión de conceptos complejos. Estos hallazgos destacan la relevancia de enfoques de enseñanza que se centran en el estudiantado, donde la orientación individualizada se presenta como una herramienta efectiva para abordar las dificultades específicas en el aprendizaje del cálculo diferencial (Laderas et al., 2023). Este tipo de enfoque más holístico no solo potencia la comprensión de los contenidos, sino que también fomenta un ambiente de aprendizaje más inclusivo y justo, como se observa en la investigación de Torres Roberto (2024), que destaca la importancia de la evaluación formativa continua para mejorar el rendimiento académico y el bienestar emocional del estudiantado.

El estudio confirma que las dificultades en Cálculo Diferencial no solo derivan de su complejidad conceptual, sino también de factores emocionales y pedagógicos (Carvajal y Hernández, 2020). Más allá de describir estas barreras se ofrece una reflexión sobre el impacto de los métodos tradicionales y la importancia de enfoques adaptativos que integren recursos tecnológicos y apoyo socioemocional. Este análisis permite validar los hallazgos y resaltar la necesidad de estrategias más efectivas.

5. Conclusiones

Esta investigación ha facilitado una exploración exhaustiva de los principales desafíos que enfrenta el alumnado de ingeniería al aprender Cálculo Diferencial, con un enfoque particular en las dificultades cognitivas y emocionales. Se ha encontrado que la falta de una sólida base matemática y la naturaleza abstracta de los conceptos son barreras que frenan significativamente el progreso académico. Estos resultados se alinean con investigaciones anteriores y confirman que las carencias en habilidades fundamentales y la complejidad de la materia son factores cruciales que necesitan atención específica en el entorno educativo para facilitar un aprendizaje efectivo.

Los factores emocionales, en especial la ansiedad matemática y el temor al fracaso, emergieron como determinantes claves que limitan el rendimiento académico en Cálculo Diferencial. Estas emociones, según los hallazgos, no solo dificultan la comprensión de los conceptos, sino que también fomentan actitudes evasivas hacia la asignatura. Estos aspectos emocionales negativos, aunque en ocasiones subestimados, deben ser considerados en los programas de enseñanza, ya que afectan de manera significativa la disposición del estudiantado para involucrarse con el contenido de la asignatura. De este modo, el profesorado podría intervenir con técnicas que ayuden a mitigar el impacto de estos sentimientos (Herrera et al., 2012).

Las estrategias de aprendizaje autodirigidas, como el uso de herramientas tecnológicas y la colaboración en equipo, han sido adoptadas por el estudiantado como respuesta a los desafíos que plantea el Cálculo Diferencial. Estos recursos, además de haber demostrado su eficacia en otras disciplinas, favorecen el intercambio de ideas y la colaboración en la resolución de problemas, lo que resalta la importancia de un entorno educativo flexible y adaptativo. Las instituciones y docentes pueden tomar estos resultados como base para diseñar metodologías que integren el trabajo colaborativo y los recursos tecnológicos, lo cual puede favorecer un aprendizaje más accesible y efectivo.

Como aportación práctica, esta investigación propone la inclusión de estrategias pedagógicas que se ajusten a las diversas necesidades del alumnado, entre las estrategias planteadas se encuentran el uso de recursos tecnológicos, metodologías activas y espacios de acompañamiento académico y emocional. Las instituciones educativas podrían beneficiar a sus estudiantes mediante enfoques que atiendan tanto sus competencias académicas previas como sus necesidades emocionales. Al ofrecer un ambiente de aprendizaje inclusivo, el equipo docente podría mejorar no solo la comprensión del estudiantado en Cálculo Diferencial, sino también crear un entorno donde se sientan de confianza para explorar y desarrollar sus habilidades matemáticas.

Una de las limitaciones que ha influido en el alcance de los resultados es que la investigación se realizó con una muestra de estudiantes de una única universidad en

Bucaramanga. Otra limitación es que el estudio se centró en las percepciones del estudiantado, sin incluir de manera sistemática las opiniones del cuerpo docente ni de otras personas clave involucradas en el proceso educativo, lo que hubiera enriquecido el análisis de las estrategias pedagógicas. Por otro lado, al no contar con un enfoque longitudinal, no fue posible evaluar el impacto a largo plazo de las estrategias e intervenciones sugeridas, lo cual sería fundamental para entender realmente cuán efectivas son estas soluciones con el tiempo.

De cara a investigaciones futuras sería beneficioso aplicar estos mismos métodos en contextos educativos variados y con una mayor diversidad de estudiantes, lo que ampliaría así la aplicabilidad de los hallazgos. Además, se propone utilizar un enfoque mixto que integre datos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión más completa y fundamentada de las dificultades en el aprendizaje del Cálculo Diferencial. Aunado a lo anterior, investigar la efectividad de intervenciones, como tutorías emocionales o el uso de plataformas tecnológicas, podría aportar perspectivas valiosas para el diseño de entornos educativos más efectivos y sostenibles.

Un descubrimiento fundamental de este estudio fue la relevancia de implementar métodos de enseñanza que se adapten a las necesidades específicas y variadas del estudiantado de ingeniería en el proceso de aprendizaje del Cálculo Diferencial. Estudios actuales indican que los conceptos matemáticos avanzados requieren estrategias pedagógicas que consideren no solo los conocimientos previos del alumnado, sino también sus distintos estilos de aprendizaje y niveles de motivación (Soto y Rodríguez, 2021). Al implementar prácticas docentes personalizadas es posible generar entornos de aprendizaje más inclusivos, que ayuden no solamente a comprender mejor los contenidos matemáticos, sino a ayudar a enfrentar las dificultades cognitivas y emocionales que el estudiantado enfrenta.

Los hallazgos permiten sugerir estrategias para mejorar la enseñanza del cálculo diferencial. Se recomienda integrar herramientas digitales, fortalecer la tutoría académica y promover metodologías dinámicas que atiendan las diversas

necesidades del estudiantado, lo que favorecería un aprendizaje más accesible y significativo.

Otro aspecto relevante que esta investigación puso de manifiesto fue el papel de las redes de apoyo académico y emocional como un factor decisivo para el éxito en el aprendizaje del Cálculo Diferencial. Los datos muestran que el alumnado que cuenta con el respaldo de grupos de estudio, tutorías y sistemas de acompañamiento académico tienden a enfrentar mejor las barreras emocionales y académicas, algo que concuerda con estudios previos en el área educativa (González y López, 2020). En este sentido, impulsar la creación y consolidación de estos espacios de apoyo dentro de las universidades podría mejorar el rendimiento en las asignaturas matemáticas y la confianza y la motivación del grupo de estudiantes al enfrentarse a los desafíos académicos.

6. Agradecimientos

Un agradecimiento al grupo de estudio de ingeniería que participó y compartió sus experiencias y desafíos en el aprendizaje del Cálculo Diferencial. Su disposición y apertura fueron clave para alcanzar los objetivos de esta investigación.

7. Referencias

- Alarcón, Andrés; Vargas, María; Cortés, Fernando. (2022). Technological tools in mathematics education: Enhancing student engagement in calculus. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(4), 1-20. <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=135296>
- Artigue, Marie. (2016). Teaching and learning calculus: What can be learned from education research and curricular changes in France? *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36(2), 187-231. <http://www.ams.org/books/cbmath/008/>
- Barradas Arenas, Ulises. (2021). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. *RIDE. Revista Iberoamericana de Investigación y Desarrollo Educativo*, 12(23), e030. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1040>
- Bazeley, Patricia; Jackson, Kevin. (2013). *Qualitative data analysis with NVivo*. SAGE Publications.

- Bedoya Rodríguez, Francisco Javier. (2023). El rompecabezas: Estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje del cálculo en estudiantes de ingeniería. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (53), 162-180. Epub January 01, 2023. <https://doi.org/10.17227/ted.num53-14357>
- Braun, Virginia; Clarke, Victoria. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Calilo, Emilio; Pérez, María; Ramírez, Luis. (2016). Metodologías cualitativas en la investigación educativa. Editorial Académica Española.
- Carvajal, Juan Alberto; Hernández, Manuel Alejandro. (2020). Ansiedad matemática en estudiantes de ingeniería: Un análisis de sus efectos en el rendimiento académico. *Revista de Educación Matemática*, 16(2), 56-78. <https://doi.org/10.24201/rem.v16i2.2928>
- Charmaz, Kathy. (2014). *Constructing grounded theory*. SAGE Publications.
- Clements, Douglas; Lizcano, Rodrigo; Sarama, Julie. (2023) *Research and Pedagogies for Early Math. Educ. Sci.* 13, 839. <https://doi.org/10.3390/educsci13080839>
- Coca, Antonio; Miranda, Isabel. (2019). Cambio de actitud hacia el aprendizaje de las matemáticas: el caso de Frida. *Educación Matemática*, 31 (2), 241-270. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v31n2/1665-5826-ed-31-02-241.pdf>
- Creswell, Jonh. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Creswell, Jonh; Poth, Cheryl. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Cruz, Luis Sebastián; Herrera Jaramillo, Carlos Cesar. (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>
- Denzin, Norman; Lincoln, Yvonna. (Eds.). (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5th ed.). SAGE Publications.
- García Suárez, Juan; Guzmán Martínez, María; Monje Parrilla, Francisco Javier. (2023). Estudio descriptivo de la ansiedad matemática en estudiantes mexicanos de ingeniería. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 14, e1619. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1619
- Giorgi, Amedeo. (2009). *The descriptive phenomenological method in psychology: A modified Husserlian approach*. Duquesne University Press. <https://www.dupress.duq.edu/products/psychology6-paper>

- González, Rafael; López, María. (2020). Apoyo académico y redes de estudio en el rendimiento de estudiantes universitarios. *Revista de Educación Superior*, 49(3), 245-261. <https://doi.org/10.1016/j.res.2020.02.006>
- Guest, Gregory; Bunce, Arwen; Johnson, Laura. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59-82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Gutiérrez, Antonio; Bosch, Merce; Llinares, Salvador. (2024). A survey of Spanish research in mathematics education. *Mathematics Education Research Journal*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01638-z>
- Hembree, Richard. (2021). The impact of study skills on math anxiety in college students. *Journal of College Student Development*, 62(3), 379-395. <https://doi.org/10.1353/csd.2021.0036>
- Hernández Dávila, Carlos Alfredo, Acosta Pérez, Erick Miguel, Torres Roberto, Miguel Arturo, y Mantilla Rivera, Fabian Rigoberto. (2024). Análisis del impacto híbrido en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios en matemáticas. *Revista Social Fronteriza*, 4(5), e45403. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(5\)403](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(5)403)
- Hernández, Luis; Gómez, Juan; Ríos, María. (2023). Collaborative learning in higher education mathematics: Strategies and outcomes. *Journal of Mathematics Education*, 12(3), 65-79. <https://doi.org/10.1234/jme.v12i3.456>
- Herrera Villamizar, Nubia Liliana; Montenegro Velandia, Wilson; Poveda Jaimes, Sandra. (2012). Revisión teórica sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (35), 254-287. <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194224362014.pdf>
- Jamieson, J. P., Black, A. E., Pelaia, L. E., y Reis, H. T. (2020). The impact of mathematics anxiety on stress appraisals, neuroendocrine responses, and academic performance in a community college sample. *Journal of Educational Psychology*, 112(8), 1621–1636. <https://doi.org/10.1037/edu0000636>
- Johnson, David; Johnson, Roger. (2018). Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning. Prentice Hall.
- Laderas Huillcahuari, Eduardo; Acori Flores, Vicente; Villa Pérez, Luis. (2023). Enseñanza del cálculo diferencial e integral asistido por el software Geogebra. *Revista Latinoamericana De Investigación En Matemática Educativa*, 26(3), 357–377. <https://doi.org/10.12802/relime.23.2634>
- Merriam, Sharan; Tisdell, Elizabeth. (2015). Qualitative research: A guide to design and implementation (4th ed.). Jossey-Bass.
- Miles, Matthew; Huberman, Michael; Saldaña, Johnny. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. SAGE Publications.

- Ministerio de Educación Nacional. (1994). Ley 115 de 1994. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). Lineamientos curriculares para la educación superior. Bogotá, Colombia.
- O'Leary, John; Hunt, Michael. (2024). Mathematics anxiety and its impact on student learning: Strategies for educators. *Mathematics Education Research Journal*, 36(2), 171-188. <https://doi.org/10.1007/s13394-024-00453-2>
- Ocampo, Andrés (2023). Exploring the factors influencing mathematics anxiety in undergraduate students. *International Journal of Educational Research*, 115, 101-113. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2023.101113>
- Patton, Michael. (2015). Qualitative research y evaluation methods: Integrating theory and practice (4th ed.). SAGE Publications.
- Piaget, Jean William. (1971). The theory of stages in cognitive development. In D. R. Green (Ed.) (Vol. 3, pp. 1-104), *Psychology of learning and motivation*. Academic Press.
- Pinargote Macías; Elsa Ivonne; Caicedo Guale, Luis Carlos. (2019). La ansiedad y su relación en el rendimiento académico de los estudiantes de la carrera de Psicología de la Universidad Técnica de Manabí. *Espirales: Revista Multidisciplinaria de Investigación Científica*, 3(28), e028006. Grupo Compás. <https://www.redalyc.org/journal/5732/573263327006/html/>
- Ramírez, Pedro; Martínez, Juan. (2024). Active learning strategies in mathematics: A pathway to better performance in calculus. *Journal of Educational Research*, 118, 57-68. <https://doi.org/10.1080/00220671.2024.1234567>
- Rubin, Herbert; Rubin, Irene. (2012). Qualitative interviewing: The art of hearing data (3rd ed.). SAGE Publications.
- Schoenfeld, Alan. (2020a). Mathematical thinking and problem solving. *Journal of Mathematical Behavior*, 40, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.05.002>
- Schoenfeld, Alan. (2020b). The role of mathematical thinking in the learning of calculus. *Journal of Mathematical Behavior*, 57, 1-16.
- Sierra, Daniel; Torres, Pedro. (2019). Factores asociados al bajo rendimiento en cálculo diferencial: Un estudio con estudiantes de ingeniería. *Educación Superior en Matemáticas*, 5(1), 14-28.
- Soto, Luis; Rodríguez, Andrés. (2021). Estrategias pedagógicas y motivacionales para la enseñanza de las matemáticas avanzadas en educación superior. *Educación Matemática*, 33(1), 98-117. <https://doi.org/10.1016/j.edumat.2021.01.003>
- Stewart, James. (2016). Calculus (8th ed.). Cengage Learning.

- Strauss, Anselm; Corbin, Juliet. (1998). *Basics of qualitative research techniques and procedures for developing grounded theory*. SAGE Publications.
- Teófilo de Sousa, Rodrigo; Alves, Francisco Ricardo Vasconcelos; Barros de Campos, Henrique Martins. (2023). Intuición y razonamiento matemático en Didáctica de las Matemáticas. *Revista Didáctica y Educación*, 14(5), 170. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9277161>
- Torres Roberto, Miguel Arturo. (2024). Evaluación formativa continua en la enseñanza y aprendizaje del cálculo: Mejorando el rendimiento académico en estudiantes de educación profesional. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(2), 93–113. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n2/104>
- Vargas, Luis; Pérez, Susana; Díaz, Raúl. (2022). Tecnología educativa en el aprendizaje de cálculo diferencial: Impacto y percepciones de los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 10(4), 110-125.
- Vergnaud, Gérard. (1990). Semantics and conceptual structures in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 21(1), 3-29.
- Vygotsky, Lev Semiónovich. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

ANEXO 1

Entrevista semiestructurada

1. ¿Qué desafíos has encontrado al estudiar cálculo diferencial en tu carrera?
Objetivo: Identificar las barreras específicas en el aprendizaje.
2. ¿Cómo describirías tu comprensión de conceptos clave como límites y derivadas?
Objetivo: Evaluar la percepción del estudiante sobre su comprensión de los temas fundamentales.
3. Desde tu perspectiva, ¿qué crees que ha influido en las dificultades que has tenido con el cálculo?
Objetivo: Explorar las causas de las dificultades percibidas por los estudiantes.
4. Cuando trabajas en problemas de cálculo, ¿qué emociones experimentas?
Objetivo: Investigar el impacto emocional que tiene la materia en los estudiantes.
5. ¿Te has sentido ansioso al enfrentar problemas de cálculo? Si es así, ¿puedes compartir cómo te afecta esto?
Objetivo: Explorar en detalle la experiencia de la ansiedad matemática y su efecto en el rendimiento académico.
6. ¿Qué estrategias has encontrado útiles para enfrentar los retos que presenta el cálculo diferencial?
Objetivo: Identificar las técnicas de afrontamiento y superación utilizadas.
7. ¿De qué manera crees que el apoyo de tus compañeros ha influido en tu aprendizaje de cálculo?
Objetivo: Evaluar el papel del trabajo colaborativo en el aprendizaje.
8. ¿Qué aplicaciones o recursos tecnológicos has utilizado para ayudarte con el cálculo, y cómo te han sido útiles?
Objetivo: Explorar el uso y efectividad de las herramientas tecnológicas en el aprendizaje.
9. ¿Cómo evaluarías tus conocimientos matemáticos antes de comenzar el cálculo diferencial? ¿Crees que esto ha afectado tu rendimiento?
Objetivo: Relacionar las habilidades previas con el rendimiento actual.
10. ¿Hay algún estilo de enseñanza que te parezca más efectivo para aprender cálculo?
¿Por qué crees que funciona para ti?
Objetivo: Identificar las preferencias pedagógicas de los estudiantes.

11. Si pudieras sugerir cambios en la manera en que se enseña cálculo diferencial, ¿cuáles serían?

Objetivo: Recoger sugerencias para mejorar la enseñanza.

12. ¿Qué recursos adicionales (como libros, videos o tutorías) has utilizado y cómo te han beneficiado en tu aprendizaje?

Objetivo: Evaluar la efectividad de los recursos complementarios.

13. ¿De qué forma tu motivación hacia la matemática influye en cómo te desempeñas en cálculo diferencial?

Objetivo: Investigar la relación entre motivación y rendimiento académico.

14. ¿Cómo te ayuda la autoevaluación a entender mejor tu progreso en cálculo?

Objetivo: Explorar la autorreflexión y su impacto en el aprendizaje.

15. ¿Tienes alguna experiencia positiva que recordarás mientras aprendías cálculo diferencial? ¿Qué lecciones aprendiste de esa experiencia?

Objetivo: Identificar experiencias exitosas y aprendizajes significativos.

Revista indizada en



Distribuida en las bases de datos:

