



Panorama del conocimiento matemático previo al cálculo diferencial en estudiantes de nuevo ingreso

Overview of Mathematical Knowledge Prior to Differential Calculus in First-Year University Students

Recepción: 24 de noviembre de 2025 | Aceptación: 30 de enero de 2026

Karen Alejandra Serna Tello¹  • Laura Guadalupe Navarro González²  •
Lizeth Guadalupe Oliva Soto³ 

Resumen

El presente estudio analiza el nivel de conocimientos matemáticos previos de estudiantes de nuevo ingreso a Ingeniería en Sistemas Computacionales, con el fin de comprender cómo dichos saberes influyen en su transición hacia el curso de cálculo diferencial. A través de un examen diagnóstico aplicado a 58 estudiantes, se identificó un desempeño heterogéneo caracterizado por fortalezas básicas en aritmética y geometría, pero con debilidades significativas en álgebra y, de manera más crítica, en trigonometría. Estos resultados evidencian vacíos conceptuales que limitan el desarrollo del razonamiento variacional y funcional requerido en el cálculo. El análisis, sustentado en teorías del aprendizaje como Ausubel, Piaget y Vygotsky, muestra que la falta de estructuras previas sólidas dificulta la adquisición de nuevos conceptos matemáticos. El estudio destaca la necesidad de reforzar contenidos específicos antes del curso, así como de implementar estrategias institucionales de diagnóstico y nivelación orientadas a fortalecer la permanencia y el rendimiento en ingeniería.

Palabras clave: conocimientos previos, cálculo diferencial, evaluación diagnóstica

Abstract

The present study analyzes the level of prior mathematical knowledge among first-year Computer Systems Engineering students to understand how this knowledge influences their transition into the differential calculus course. Through a diagnostic test administered to 58 students, heterogeneous performance was identified, characterized by basic strengths in arithmetic and geometry, but with significant weaknesses in algebra and, more critically, in trigonometry. These results reveal conceptual gaps that constrain the development of the variational and functional reasoning required for calculus. Grounded in learning theories such as Ausubel, Piaget, and Vygotsky, the analysis shows that the absence of robust prior structures hinders the acquisition of new mathematical concepts. The study underscores the need to reinforce specific content before the course and to implement institutional diagnostic and leveling strategies to strengthen student retention and performance in engineering programs.

Keywords: prior knowledge, differential calculus, diagnostic assessment

¹ karen.serna@uat.edu.mx (autor de correspondencia), Docente, Universidad Autónoma de Tamaulipas

² lgnavarro@uat.edu.mx, Docente, Universidad Autónoma de Tamaulipas

³ loliva@uat.edu.mx, Docente, Universidad Autónoma de Tamaulipas

Introducción

El estudio del cálculo diferencial ocupa un lugar central en la formación de ingenieros, ya que proporciona las herramientas conceptuales y procedimentales necesarias para analizar fenómenos de variación, cambio y optimización en diversos campos de la ingeniería y las ciencias aplicadas. Su dominio constituye un requisito académico relevante y se reconoce como un referente de la transición efectiva del bachillerato a la educación superior y del éxito académico en los primeros semestres de las carreras de ingeniería.

No obstante, en el contexto de México y América Latina persiste una alta incidencia de reprobación, rezago académico y abandono en los cursos iniciales de cálculo diferencial, fenómeno ampliamente documentado por organismos internacionales. Informes recientes de la United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO] (2024) y del Banco Interamericano de Desarrollo [IDB] (2023) advierten que las deficiencias en matemáticas básicas al concluir el nivel medio superior afectan de forma directa el acceso, la permanencia y la continuidad de los estudiantes en trayectorias STEM. Esta situación pone de manifiesto que, a pesar de la relevancia del cálculo en la formación profesional, existen factores estructurales particularmente asociados al nivel de conocimientos matemáticos de ingreso—que condicionan el rendimiento académico y acentúan desigualdades en las trayectorias universitarias (Charalambides et al., 2023; Mahadewsing, 2024).

De este modo, el nivel de conocimientos previos en matemáticas básicas —aritmética, álgebra, geometría, trigonometría y razonamiento matemático— se configura como una variable determinante para la comprensión de los contenidos de cálculo diferencial y para la progresión académica durante el primer año universitario. Cabe destacar que diversos estudios han demostrado que los diagnósticos de ingreso permiten anticipar dificultades, identificar perfiles de riesgo académico y orientar decisiones pedagógicas e institucionales que inciden en la retención y el desempeño estudiantil (Ryan et al., 2025). En este sentido, la evaluación de los conocimientos previos trasciende su función descriptiva y adquiere un carácter formativo, al constituirse como un insumo estratégico para el diseño de estrategias de nivelación, acompañamiento pedagógico y ajustes curriculares en los cursos iniciales de matemáticas.

Para la docencia y las instituciones de educación superior, contar con información sistemática sobre el perfil matemático inicial del estudiantado constituye un insumo estratégico para la toma de decisiones académicas. Este tipo de evidencia permite anticipar dificultades, fortalecer la enseñanza del cálculo diferencial desde el primer semestre y articular de manera más coherente los contenidos del nivel medio superior con las exigencias conceptuales del ámbito universitario. Asimismo, favorece el diseño de acciones preventivas orientadas a incidir en el desempeño académico y reducir los índices de reprobación en los cursos iniciales de matemáticas.

En este marco, el presente estudio se inscribe en los debates contemporáneos sobre las trayectorias académicas y la retención estudiantil en la educación superior, al reconocer que el rendimiento en los cursos iniciales de matemáticas, en particular en cálculo diferencial, constituye un punto crítico en la permanencia y la progresión del estudiantado en carreras de ingeniería. Desde esta perspectiva, el análisis del conocimiento matemático previo adquiere un carácter formativo, ya que permite identificar de forma temprana y diferenciada los vacíos conceptuales y la heterogeneidad en los niveles de dominio con los que los estudiantes ingresan a la universidad, lo que proporciona una base empírica para reflexionar sobre las prácticas de enseñanza, ajustar metodologías y orientar decisiones pedagógicas e institucionales sustentadas en evidencia.

Asimismo, el estudio aporta evidencia actual de una cohorte cuya caracterización matemática inicial no había sido documentada, en un contexto geográfico poco atendido por la literatura académica: el sur de Tamaulipas y, en particular, la región de El Mante.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es caracterizar el nivel de dominio en contenidos matemáticos fundamentales al momento del ingreso universitario, identificar las áreas de mayor dificultad y analizar sus implicaciones pedagógicas. De manera específica, el estudio contribuye: a) de forma descriptiva, al ofrecer un panorama detallado del conocimiento matemático previo al cálculo diferencial; b) de manera interpretativa, al analizar dichos resultados a la luz de marcos teóricos del aprendizaje y de la transición al cálculo; y c) desde la práctica educativa, al proporcionar insumos empíricos que orienten decisiones docentes e institucionales relacionadas con estrategias de nivelación, acompañamiento académico y el fortalecimiento de la enseñanza del cálculo diferencial en el primer año universitario.

Antecedentes

Conocimientos matemáticos previos y transición al cálculo

La comprensión del tránsito entre las matemáticas escolares y el estudio formal del cálculo diferencial constituye un eje central en la literatura reciente, dado que este cambio de nivel suele evidenciar limitaciones conceptuales que permanecen invisibles durante el bachillerato. En esta línea se agrupan investigaciones que examinan el dominio que los estudiantes poseen en contenidos fundamentales —álgebra, aritmética, funciones y razonamiento lógico— y que indagan en qué medida dichas competencias iniciales condicionan su desempeño posterior en cursos universitarios de cálculo. Este cuerpo de trabajos coincide en que la solidez o fragilidad de los conocimientos previos determina la posibilidad de acceder a formas más abstractas del pensamiento matemático.

Por ejemplo, en el estudio de Hed, Åhag y Norqvist (2024), esta situación se presenta como un fenómeno global, al que denominan el “Problema Matemático”. Los autores sostienen que la transición de la educación secundaria a la terciaria conlleva un reajuste sustantivo, en el que los estudiantes se enfrentan a entornos de aprendizaje más exigentes, a un estilo de razonamiento formal inédito para ellos y a una expectativa creciente de autonomía intelectual. Desde esta perspectiva, las dificultades no se reducen a simples carencias operativas, sino que obedecen a la ausencia de estructuras conceptuales estables capaces de sostener el salto hacia niveles superiores de abstracción. Los autores advierten que este tránsito no solo condiciona el éxito académico inmediato, sino también la vinculación futura de los jóvenes con la matemática y, en algunos casos, su decisión de abandonar las trayectorias en ingeniería.

Por su parte, Ryan et al. (2025) exploran esta problemática desde un enfoque institucional. Su investigación, basada en el análisis de datos de 3380 estudiantes mediante modelos de regresión y descomposición estadística, muestra que los exámenes de ubicación matemática, como *ALEKS*, funcionan como indicadores con alto poder predictivo del desempeño en cálculo 1 y de la permanencia en el primer año universitario. Consideran que un umbral del 80% constituye un punto pertinente para decidir si un estudiante posee el conocimiento previo necesario para afrontar el rigor del cálculo. Este hallazgo reafirma que la evaluación diagnóstica es un mecanismo que incide en la eficiencia terminal, la retención estudiantil y la toma de decisiones académicas a nivel institucional.

En el contexto latinoamericano, la evidencia coincide con esta tendencia. Perilla et al. (2025), en un estudio realizado en la Universidad Santo Tomás, reportan que el 78% de los estudiantes reprueba la evaluación diagnóstica inicial, con dificultades especialmente en potenciación, factorización y ecuaciones. La falta de conocimiento previo constituye uno de los factores con mayor incidencia en el fracaso académico en matemáticas de nivel superior. Estas carencias no se distribuyen de manera aleatoria, sino que se concentran en contenidos que articulan la comprensión algebraica con las nociones elementales del cálculo.

A su vez, Ghedamsi y Lecorre (2021) incorporan una perspectiva complementaria al analizar no únicamente lo que los estudiantes desconocen, sino también lo que los docentes, tanto de secundaria como universitarios, comprenden sobre las demandas cognitivas del cálculo. Existen discrepancias entre lo que se enseña en el nivel medio superior y lo que se requiere en el nivel universitario.

Mediante un enfoque experimental y colaborativo entre investigadores y profesores, evidencian que es posible ajustar prácticas docentes para favorecer una transición más armónica, aunque reconocen que todavía falta indagar qué

conocimientos del cálculo resultan necesarios en ambos niveles y cómo se articulan en la trayectoria educativa del alumnado.

En síntesis, esta línea de investigación converge en que el rendimiento en cálculo diferencial es inseparable del dominio matemático previo. Allí donde las bases son endeble, la transición se vuelve problemática; allí donde son consistentes, el cálculo se convierte en terreno fértil para el pensamiento variacional y la abstracción superior.

Dificultades y errores comunes en cálculo diferencial

La interpretación de funciones, la lectura y articulación de representaciones gráficas y algebraicas, la comprensión del límite como noción fundamental del pensamiento variacional y el significado de la derivada más allá de su ejecución operativa, son problemáticas recurrentes. Por lo tanto, conviene indagar en esta línea de investigación, pues permite identificar los obstáculos cognitivos que impiden que los estudiantes transiten de un razonamiento elemental, arraigado en aritmética, hacia una comprensión más estructurada y abstracta del cálculo.

En el trabajo de Sebsibe y Feza (2020) se expone que gran parte del estudiantado universitario posee un conocimiento predominantemente procedimental del cálculo, sustentado en la repetición de algoritmos y no en la interiorización de sus ideas medulares. En el caso del límite de una función, los alumnos muestran una visión rígida y estática de procesos esencialmente dinámicos, manifiestan sobregeneralizaciones inapropiadas, exhiben estructuras cognitivas frágiles y dependen en exceso de procedimientos mecánicos. A ello se suma una interpretación imprecisa del simbolismo matemático y una marcada tendencia a privilegiar la “imagen del concepto” en lugar de su definición rigurosa.

De forma similar, un diagnóstico analiza los errores cometidos por estudiantes al resolver problemas de Cálculo Básico (Domondon, 2025). Los resultados revelan que muchos errores provienen de confusiones acerca de los conceptos involucrados, de una memorización acrítica de fórmulas y de la incapacidad de trasladar procedimientos a situaciones problemáticas más complejas. Asimismo, estos errores no son meros descuidos, sino síntomas de una comprensión débil del significado del cálculo. Frente a ello, se propone desarrollar materiales instruccionales que incluyan explicaciones detalladas, apoyos visuales y recursos digitales interactivos que permitan reconstruir la comprensión conceptual.

Conviene señalar las dificultades asociadas al concepto de función, particularmente la función lineal, pues constituye un referente para la mayoría como base para casi todos los desarrollos del cálculo. Se ha descrito que los estudiantes presentan dificultades para reconocer cuándo una relación es una función, para vincular diferentes representaciones de la misma —gráfica, algebraica y tabular— y para identificar sus elementos constitutivos. Esta falta

de comprensión se traduce en obstáculos posteriores al estudiar límites, derivadas e interpretación de variaciones, pues sin una noción sólida de función, el cálculo tiende a abordarse como un conjunto de reglas desvinculadas de significados (Sehole, Sekao & Mokotjo, 2023).

Por su parte, Weldeana et al. (2023) profundizan en las dificultades relativas al teorema básico del límite en estudiantes de ingeniería. Su estudio muestra que los alumnos tienen problemas para identificar la estructura matemática subyacente en los ejercicios y para aplicar correctamente los procedimientos. Llama la atención que muchos estudiantes obtienen respuestas correctas a partir de rutas cognitivas erróneas, mientras que otros requieren múltiples intervenciones y apoyos cognitivos para reorganizar su pensamiento.

En este sentido, los errores en cálculo no son simples equivocaciones momentáneas, sino manifestaciones de vacíos conceptuales, representaciones inestables y razonamientos desconectados. Comprender estos obstáculos resulta necesario para diseñar experiencias de aprendizaje que promuevan la construcción significativa del cálculo.

Evaluaciones diagnósticas y detección temprana de vacíos matemáticos

Dado que el diagnóstico temprano funciona como un mecanismo para anticipar dificultades, diseñar intervenciones preventivas y comprender las trayectorias académicas, Ortega-Darwin y Shryock (2021) en su análisis sobre la retención de los estudiantes, evidencian que un porcentaje de aspirantes a ingeniería no posee la preparación matemática necesaria para iniciar el curso de cálculo. Este hallazgo no es menor, pues en programas del ámbito anglosajón se ha reportado que hasta una cuarta parte de los estudiantes de nuevo ingreso es colocada en asignaturas de precálculo. Quienes inician en este curso experimentan una disminución en la retención del primer año: del 80% observado en la población general de ingeniería, la cifra desciende al 66% entre quienes no cumplen el estándar matemático mínimo. Más aún, la tasa de graduación a cuatro años cae del 69% al 43%, revelando que la colocación en cursos remediales actúa como un punto de inflexión en la permanencia y el progreso académico.

Estos datos se entrelazan con lo señalado por Turner (2008), quien analiza la transición entre la educación secundaria y el primer curso universitario de cálculo como un umbral crítico en la trayectoria de los futuros ingenieros, pues para muchos estudiantes, el cálculo llega a convertirse en una asignatura “sorpresiva”, cuya demanda cognitiva excede la preparación previa y expone carencias que no fueron atendidas con anterioridad. En respuesta a ello, universidades como Clarkson han implementado estrategias institucionales basadas en pruebas diagnósticas previas al primer año y programas intensivos de verano, los cuales han mostrado un efecto en la retención de los estudiantes con mayor vulnerabilidad académica. Aunque estas medidas no solucionan por

completo el problema estructural, sus resultados sugieren que el diagnóstico temprano funciona como un predictor confiable de éxito y como un punto de partida para intervenciones con mayor alcance pedagógico.

Asimismo, el primer año de universidad es el momento en que se manifiesta con mayor intensidad la transición problemática desde un aprendizaje escolar centrado en procedimientos hacia la demanda de un razonamiento matemático de mayor complejidad. Esta brecha cognitiva explica, al menos parcialmente, las altas tasas de reprobación y abandono observadas en los cursos iniciales de cálculo. Las evaluaciones diagnósticas permiten detectar qué estudiantes presentan mayor probabilidad de no aprobar cálculo diferencial y cuáles son las áreas matemáticas con menor nivel de complejidad. Esta función predictiva posibilita establecer desde el inicio estrategias de acompañamiento que atenúen los riesgos de fracaso académico (Perilla et al., 2025).

En general, las evaluaciones diagnósticas constituyen un eje relevante para comprender y anticipar el desempeño de los estudiantes en cálculo diferencial y, por extensión, su permanencia en los programas de ingeniería. La evidencia muestra un patrón: cuando el estudiantado ingresa con conocimientos matemáticos previos limitados, aumenta la probabilidad de enfrentar dificultades en los primeros contenidos del curso; estas dificultades, a su vez, se asocian con mayores tasas de reprobación, rezago y abandono temprano.

La evidencia sobre cursos de precálculo y programas remediales coincide en que la identificación temprana de lagunas conceptuales resulta necesaria para prevenir trayectorias académicas problemáticas. Detectar estas debilidades antes del inicio del curso permite orientar apoyos específicos y diseñar intervenciones focalizadas. En este sentido, el diagnóstico inicial trasciende su función evaluativa y se consolida como una herramienta estratégica para robustecer la formación matemática y reducir el riesgo de abandono en los primeros semestres de ingeniería.

Marco teórico

Comprender el panorama del conocimiento matemático previo al cálculo diferencial en estudiantes de nuevo ingreso exige situar el análisis dentro de marcos teóricos que explican cómo se construye el aprendizaje y qué papel desempeñan los saberes previos en el desarrollo cognitivo. Las dificultades que los jóvenes presentan al iniciar este curso no surgen de manera aislada; por el contrario, se relacionan de forma directa con la estructura conceptual que han consolidado —o no— durante su trayectoria escolar. Por ello, conocer el nivel de dominio matemático con el que llegan a la educación superior se convierte en un elemento necesario para diseñar intervenciones formativas pertinentes y para orientar la práctica docente hacia el desarrollo de aprendizajes significativos. Desde la perspectiva de la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1968), los conocimientos previos constituyen el factor con mayor

incidencia en la adquisición de nuevos conceptos. Para que el aprendizaje tenga sentido, la información recién presentada debe anclarse a ideas estables ya existentes en la estructura cognitiva del alumno. Cuando esto ocurre, los estudiantes no solo memorizan procedimientos, sino que logran relacionarlos con experiencias y nociones previamente internalizadas. Tal como señalan Wahab y Rosnawati (2011), la comprensión auténtica emerge cuando el individuo conecta, transforma y transfiere ideas a contextos novedosos, lo cual depende directamente de la calidad y profundidad de sus saberes anteriores. En este sentido, evaluar el conocimiento matemático previo, más allá de una formalidad diagnóstica, es un mecanismo para activar la estructura conceptual necesaria para avanzar hacia temas propios del cálculo, como funciones, límites y derivadas.

Por otro lado, la visión constructivista de Piaget (1937, 1967) complementa esta idea al afirmar que el aprendizaje es un proceso activo en el que el individuo construye significados mediante la interacción con su entorno. El tránsito de un nivel de pensamiento a otro no ocurre por acumulación de información, sino por reorganización progresiva de estructuras cognitivas. En el contexto del cálculo diferencial, esto implica reconocer que los estudiantes no pueden comprender variaciones, cambios o razonamientos infinitesimales si no han consolidado previamente nociones aritméticas y algebraicas que sirvan de base para esas construcciones. Bajo esta lógica, el docente se convierte en un mediador que presenta la información en un nivel accesible, ajustado al estado actual del desarrollo cognitivo del alumno.

De forma similar, la aportación de Vygotsky (1978) amplía esta discusión mediante su concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), entendida como el espacio entre lo que el estudiante puede hacer de manera independiente y lo que puede lograr con la guía de un experto. Para que la enseñanza del cálculo sea pertinente, las actividades deben situarse dentro de esta zona, ni por encima ni por debajo de sus capacidades actuales. Si la diferencia entre el nivel real y el nivel potencial es excesiva, el aprendizaje se vuelve poco viable, pues el alumno carece de los recursos cognitivos para integrar el contenido. Así, el aprendizaje profundo solo ocurre cuando las demandas cognitivas se alinean con las habilidades disponibles, permitiendo que la información sea procesada, conectada y almacenada de manera significativa en la memoria a largo plazo (Raslan, 2024).

De manera general, estas perspectivas teóricas permiten comprender por qué resulta necesario evaluar los conocimientos matemáticos previos en estudiantes que inician cálculo diferencial. El aprendizaje en esta área no puede construirse sobre vacíos conceptuales, sino sobre estructuras previas consistentes que faciliten la asimilación y acomodación de nuevos conceptos. Conocer ese punto de partida orienta la enseñanza y favorece la toma de conciencia de los estudiantes respecto de sus propias fortalezas y áreas de

oportunidad. De este modo, el diagnóstico no es un fin, sino el inicio de un proceso formativo más ajustado.

Metodología

El presente estudio adopta un diseño cuantitativo de tipo descriptivo, orientado a caracterizar el nivel de dominio matemático previo al curso de cálculo diferencial en estudiantes de nuevo ingreso. La elección de un enfoque exclusivamente descriptivo se justifica en la necesidad de ofrecer un panorama inicial del rendimiento matemático del estudiantado, sin pretender establecer relaciones causales ni realizar inferencias estadísticas, lo cual resulta pertinente cuando se busca identificar patrones generales de desempeño y áreas de mayor o menor dominio a partir de una evaluación diagnóstica (Creswell & Creswell, 2022). Este enfoque permite delimitar con claridad el punto de partida académico del alumnado, reconociendo como alcance principal la descripción del fenómeno y como límite la imposibilidad de explicar causalmente los resultados observados. En este caso, el análisis se centra en la descripción de las calificaciones y en la identificación de los contenidos matemáticos con mayor o menor dominio, a fin de comprender el perfil académico de los estudiantes antes de cursar cálculo diferencial.

La población del estudio estuvo conformada por 58 estudiantes del programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales de la Unidad Académica Multidisciplinaria Mante (UAMM), correspondientes al año de ingreso 2025. La selección fue de carácter censal, ya que se incluyó a la totalidad de los estudiantes que asistieron al curso propedéutico y presentaron la evaluación diagnóstica durante la jornada institucional. La participación se realizó de forma anónima y voluntaria, garantizando condiciones éticas adecuadas en la recolección y tratamiento de los datos.

El instrumento utilizado fue un examen diagnóstico institucional que, además de ser diseñado por docentes especialistas en matemáticas de la universidad, fue sometido a un proceso de validación por parte de un comité académico integrado por docentes con experiencia en enseñanza del cálculo y evaluación educativa. Si bien se trata de un instrumento de carácter institucional, su estructura y contenidos guardan correspondencia con evaluaciones estandarizadas de ingreso, ya que los reactivos se elaboraron a partir de los contenidos curriculares del nivel medio superior y se alinearon con los descriptores oficiales del Ceneval, particularmente con el área de Pensamiento Matemático del EXANI-II. Esta alineación permite situar el diagnóstico dentro de un marco de referencia utilizado en el contexto nacional, sin que ello implique su uso con fines de clasificación o acreditación.

El examen estuvo conformado por 20 reactivos distribuidos en cuatro áreas fundamentales: aritmética, álgebra, geometría y trigonometría. Los temas evaluados incluyeron operaciones básicas, fracciones, leyes de signos, leyes de

exponentes, ecuaciones de primer y segundo grado, nociones iniciales de funciones, así como el cálculo elemental de áreas, perímetros y volúmenes. De igual manera, se evaluaron razones trigonométricas y la aplicación del teorema de Pitágoras. Esta estructura permitió obtener una visión amplia y detallada del nivel de dominio matemático previo al ingreso universitario, lo que proporcionó información útil para la comprensión del desempeño estudiantil en cálculo diferencial.

La aplicación del examen se realizó en modalidad en línea dentro de las instalaciones de la UAMM, bajo supervisión docente y con condiciones estandarizadas para asegurar la integridad del proceso. Posteriormente, los resultados fueron capturados y organizados en hojas de cálculo mediante Microsoft Excel, lo cual permitió estructurar la base de datos, clasificar los aciertos por área temática y facilitar la preparación de los análisis estadísticos. Este procedimiento es común en estudios diagnósticos debido a su eficiencia y capacidad para gestionar bases de datos educativas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante estadística descriptiva. Se calcularon la media, la mediana y la desviación estándar para obtener una visión global del rendimiento estudiantil, además de los porcentajes de aciertos por área, con el fin de identificar los contenidos de mayor dominio y aquellos que representan mayores dificultades en el ingreso al curso de cálculo diferencial. Asimismo, se elaboraron gráficas de barras y de pastel para visualizar los resultados, ya que estas representaciones favorecen la comprensión de los patrones observados y son recomendadas en estudios educativos de corte descriptivo (Creswell & Creswell, 2022). Los resultados se interpretan dentro del contexto específico de la cohorte analizada, por lo que no se pretende generalizar los hallazgos a otras poblaciones o programas académicos. Esta delimitación refuerza el carácter contextual y exploratorio del estudio, cuyo propósito es aportar evidencia local que oriente decisiones pedagógicas e institucionales en escenarios similares.

Resultados

El análisis del examen diagnóstico aplicado a estudiantes de nuevo ingreso en Ingeniería en Sistemas Computacionales muestra un panorama heterogéneo del conocimiento matemático previo con el que acceden a la educación superior. La media de 39.29 puntos indica un desempeño global moderadamente bajo, lo que evidencia que, aunque algunos estudiantes presentan dominio aceptable de contenidos básicos, el nivel general no resulta suficiente para afrontar los temas iniciales de cálculo diferencial.

La mediana de 35 puntos, inferior a la media, indica que la mayoría del estudiantado se concentra en niveles de desempeño bajos, mientras que un grupo reducido con calificaciones más altas eleva el promedio general. Este

patrón indica que un sector mayoritario ingresa con un nivel matemático inicial limitado para los estándares universitarios. La desviación estándar de ± 15.20 revela, además, una alta dispersión en los resultados, lo que pone de manifiesto una marcada heterogeneidad en el dominio de los contenidos evaluados (Tabla 1).

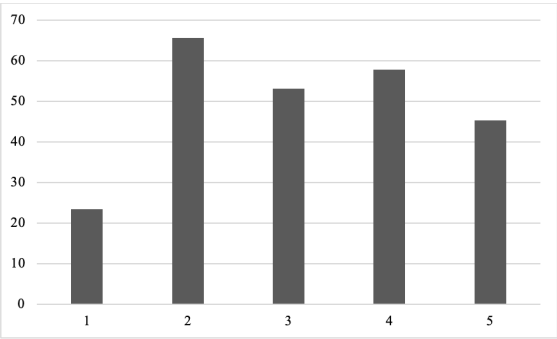
Tabla 1
Medidas descriptivas generales del examen diagnóstico

Medida estadística	Valor
Media	39.29
Mediana	35
Desviación estándar	15.2

Por otro lado, en el examen se exploran cuatro dimensiones de la competencia matemática: aritmética, álgebra, geometría y trigonometría, todas relevantes para el entendimiento del cálculo diferencial. A continuación, se presentan los resultados del examen diagnóstico, donde cada figura muestra los porcentajes de acierto obtenidos en cada reactivo. El instrumento estuvo conformado por 20 preguntas, distribuidas en cinco reactivos por cada área evaluada.

En el área de aritmética, los porcentajes de acierto oscilaron entre 23 % y 66 %, lo que evidencia un dominio desigual: adecuado en algunos contenidos básicos, pero insuficiente en otros que requieren mayor comprensión conceptual (Figura 1).

Figura 1
Porcentaje de aciertos en aritmética entre estudiantes de nuevo ingreso



Los porcentajes más altos corresponden a procesos numéricos básicos y operaciones con decimales, lo que sugiere que estos contenidos fueron adquiridos con relativa solidez durante los años de educación básica y media superior. Estos reactivos involucraron procedimientos como suma y

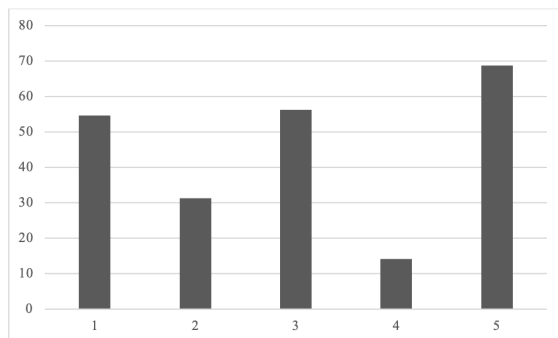
multiplicación de enteros, conversión decimal-fracción o aplicación mecánica de algoritmos numéricos. Los valores elevados (58 % y 66 %) indican que una parte del grupo puede realizar estos procedimientos sin grandes dificultades. En contraste, el valor más bajo, 23 %, señala debilidades importantes en contenidos aritméticos más complejos, particularmente en temas como fracciones, equivalencias o jerarquía de operaciones.

La dualidad observada, por un lado, desempeño aceptable en operaciones básicas y, por otro, una marcada insuficiencia en contenidos que exigen comprensión conceptual más allá de la memorización, indica que el grupo no cuenta con una base aritmética uniforme.

No obstante, el desempeño en álgebra muestra la mayor variabilidad de todo el examen, como lo señala la Figura 2, con porcentajes que van desde 14 % hasta 69 %. Esta amplia dispersión revela un desarrollo desigual del pensamiento algebraico entre los estudiantes evaluados. Los porcentajes más altos (55 %, 56 % y 69 %) corresponden a contenidos más repetidos en el bachillerato, como la evaluación de expresiones sencillas, la resolución de ecuaciones lineales básicas o la identificación de patrones algebraicos simples. Estos resultados dan cuenta de que un sector del grupo domina procedimientos algebraicos necesarios para iniciar el estudio de funciones y de su propiedades básicas.

Figura 2

Porcentaje de aciertos en álgebra entre estudiantes de nuevo ingreso



Sin embargo, el dato más crítico es el porcentaje mínimo de 14 %, que refleja una dificultad considerable en un contenido fundamental del álgebra. Este reactivo está relacionado con factorización y resolución de ecuaciones cuadráticas, temas que suelen presentar alta complejidad conceptual y que resultan necesarios para comprender la estructura del cálculo diferencial. Una limitación en estos contenidos limita severamente la capacidad del estudiante para analizar funciones, comprender tasas de variación o interpretar límites.

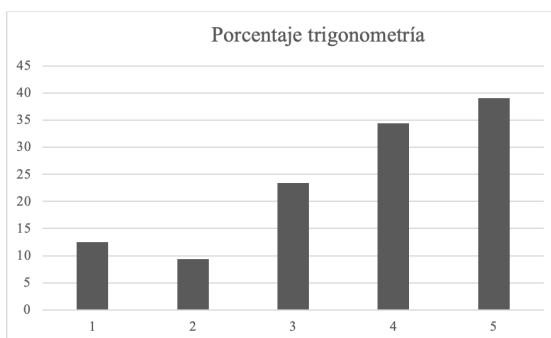
Esta marcada divergencia entre el desempeño alto y el muy bajo dentro de la misma área indica la presencia de dos perfiles distintos: un grupo que ha

logrado mantener y consolidar ciertas habilidades básicas, y otro que presenta vacíos que podría dificultar su avance en cursos de mayor exigencia.

Por otro lado, el análisis de los resultados en el área de trigonometría muestra un rendimiento generalizado significativamente bajo, con porcentajes de acierto que se sitúan entre 9 % y 39 % (Figura 3). Esta variación acotada dentro de un rango reducido indica que la mayoría de los estudiantes obtuvo resultados muy por debajo del nivel esperado. El valor mínimo, 9 %, corresponde a los reactivos con mayor demanda procedimental, particularmente aquellos que exigían el cálculo de ángulos a partir de razones trigonométricas básicas. En estos casos, la proporción de respuestas incorrectas fue ampliamente mayoritaria, lo que los ubica como los reactivos con el mayor índice de error del apartado.

Figura 3

Porcentaje de aciertos en trigonometría entre estudiantes de nuevo ingreso



En el siguiente nivel de dificultad se encuentran los reactivos vinculados al teorema de Pitágoras, en los que los aciertos se concentraron alrededor de la parte baja del rango observado. Estos resultados indican que, aun tratándose de un procedimiento frecuentemente abordado en la educación media superior, la tasa de respuestas correctas se mantuvo limitada, lo que contribuye a la disminución general del promedio del área.

Un tercer grupo de reactivos correspondía a la identificación de comportamientos de las funciones trigonométricas en el plano cartesiano, particularmente la relación entre los cuadrantes y los signos de seno, coseno y tangente. En estos ítems, los porcentajes de acierto oscilaron dentro de los valores medios del rango, aproximadamente entre 20 % y 30 %, sin alcanzar niveles que permitan considerarlos satisfactorios para la cohorte evaluada.

Finalmente, los reactivos que implicaban la aplicación directa de razones trigonométricas en triángulos rectángulos fueron los que alcanzaron los porcentajes relativamente más altos, aunque sin superar el 39 %, valor que representa el límite superior del área. Así, los datos estadísticos reflejan un

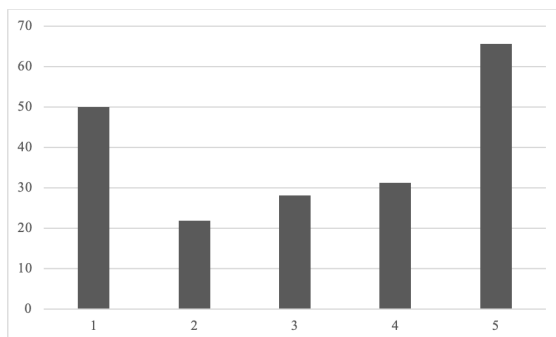
desempeño consistentemente reducido en todo el bloque de trigonometría, sin presencia de reactivos que alcancen niveles altos de dominio dentro del grupo.

Por su parte, la evaluación del área de geometría presenta un panorama mixto, con porcentajes que van desde 22 % hasta 66 % (Figura 4). Las respuestas más altas indican que los estudiantes conservan un dominio aceptable de contenidos geométricos elementales, particularmente aquellos relacionados con el cálculo de áreas, perímetros y reconocimiento de figuras bidimensionales comunes. Estos temas suelen trabajarse de manera continua en la educación básica, lo que explica su presencia como una de las áreas con resultados relativamente más altos dentro del diagnóstico. Asimismo, el tipo de procedimientos requeridos en estos reactivos tiende a ser más algorítmico y directo, lo que favorece la obtención de respuestas correctas en un grupo con conocimientos previos heterogéneos.

Sin embargo, los porcentajes más bajos revelan dificultades más marcadas en la resolución de problemas geométricos que requieren un nivel de abstracción más elevado, como el razonamiento con cuerpos tridimensionales, la identificación de propiedades geométricas menos evidentes o la aplicación de relaciones métricas no inmediatas. Este tipo de reactivos demanda la articulación de pensamiento visual, comprensión espacial y manipulación simbólica, factores que no siempre se encuentran consolidados en los estudiantes evaluados. Además, la geometría que trasciende lo puramente gráfico exige vincular conceptos geométricos con herramientas algebraicas, una integración que suele representar un punto crítico para muchos alumnos.

Figura 4

Porcentaje de aciertos en geometría entre estudiantes de nuevo ingreso



Por consiguiente, al observar los resultados globales del diagnóstico, emerge un patrón de rendimiento fragmentado, en el que ninguna de las cuatro áreas evaluadas alcanza un dominio homogéneo dentro del grupo. Esta distribución irregular refleja diferencias en el nivel de dominio y configuraciones diferenciadas de saber matemático y que se manifiestan de manera diferenciada según el tipo de contenido evaluado.

Por un lado, aritmética y geometría se posicionan como las áreas con desempeños intermedios, caracterizadas por la presencia de aciertos relativamente consistentes en procedimientos básicos, pero también por vacíos en los reactivos que exigen comprensión conceptual, interpretación de estructuras o aplicación en situaciones menos rutinarias. Esta dualidad indica que el manejo de algoritmos fundamentales se conserva mejor que la capacidad de conectar dichos algoritmos con significados matemáticos de mayor alcance.

El caso de álgebra presenta una dispersión marcada, donde coinciden estudiantes con un dominio suficiente de procedimientos elementales junto con un número considerable de participantes que muestran dificultades en factorización, ecuaciones cuadráticas y manipulación simbólica.

Finalmente, trigonometría se distingue como el rubro de menor dominio generalizado, con porcentajes que se concentran en los niveles más bajos del examen. Esta área aglutina los reactivos con mayor índice de error y evidencia una escasa consolidación de conocimientos indispensables para abordar representaciones angulares, razones trigonométricas y relaciones fundamentales entre funciones.

Discusión

El panorama que emerge del diagnóstico revela que el ingreso al cálculo diferencial no se produce sobre una base matemática uniforme, sino sobre una configuración heterogénea de saberes que condiciona la forma en que los estudiantes enfrentan las exigencias cognitivas del primer curso universitario. Esta configuración confirma que el tránsito al cálculo constituye un umbral crítico, tal como ha sido documentado en la literatura internacional (Turner, 2008; Hed et al., 2024), en el que las exigencias cognitivas del curso superan con frecuencia las bases conceptuales construidas en el nivel medio superior. Sin embargo, el análisis empírico de esta cohorte muestra un patrón diferenciado que aporta matices relevantes a dichos planteamientos.

A diferencia de estudios que reportan debilidades generalizadas en todas las áreas matemáticas (Perilla et al., 2025), los resultados aquí obtenidos evidencian que aritmética y algunos contenidos geométricos conservan niveles de dominio relativamente estables, mientras que álgebra y, de manera más pronunciada, trigonometría concentran las principales dificultades. Esta distribución desigual del desempeño sugiere que ciertos aprendizajes procedimentales básicos han logrado mantenerse a lo largo de la trayectoria escolar, en tanto que los contenidos que requieren mayor integración conceptual presentan vacíos persistentes.

Este hallazgo coincide con lo señalado por Mahadewsing et al. (2024), quienes sostienen que el fracaso en cálculo diferencial se asocia menos a la ausencia de habilidades elementales y más a la fragilidad del razonamiento algebraico y funcional.

Desde la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1968), estas diferencias pueden interpretarse como la presencia de ideas anclaje relativamente estables en contenidos aritméticos, frente a estructuras cognitivas limitadas en álgebra y trigonometría. Mientras los procedimientos numéricos básicos parecen haberse consolidado mediante la repetición escolar, la manipulación simbólica, la factorización y el razonamiento trigonométrico demandan procesos de conexión, transferencia y reorganización conceptual que no se han desarrollado con la misma consistencia. Esta interpretación dialoga con los planteamientos de Sebsibe y Feza (2020) y Domondon (2025), quienes advierten que un aprendizaje predominantemente procedimental limita la comprensión profunda del cálculo, aun cuando los estudiantes logran ejecutar algoritmos de forma correcta.

El bajo desempeño generalizado en trigonometría constituye uno de los hallazgos más relevantes del estudio, ya que este contenido suele aparecer de manera secundaria en los diagnósticos reportados en la literatura. En este caso, los porcentajes consistentemente bajos sugieren que las nociones trigonométricas se encuentran fuera de la estructura cognitiva funcional de una proporción considerable del estudiantado. Desde una perspectiva piagetiana (Piaget, 1937, 1967), ello puede interpretarse como un indicio de que el tránsito hacia operaciones formales no se ha consolidado, particularmente en lo que respecta a la coordinación de representaciones geométricas, algebraicas y funcionales, indispensable para el razonamiento variacional propio del cálculo.

La noción de Zona de Desarrollo Próximo (Vygotsky, 1978) permite profundizar en esta interpretación. Si bien estudios como el de Ryan et al. (2025) destacan el valor predictivo de los diagnósticos de ingreso, los resultados de esta investigación sugieren que ciertos contenidos, especialmente trigonometría, se sitúan fuera de la ZDP de una parte significativa del grupo. Esto explica por qué, aun con estrategias de enseñanza habituales, algunos estudiantes experimentan dificultades persistentes desde las primeras semanas del curso. En este sentido, la distancia entre las exigencias del cálculo diferencial y las habilidades disponibles demanda andamiajes más intensivos y secuencias didácticas alternativas durante el primer semestre.

Desde esta perspectiva, el diagnóstico inicial adquiere una función formativa central. Su valor no reside únicamente en clasificar niveles de desempeño, sino en ofrecer información que permita replantear aspectos clave del curso de cálculo diferencial. En particular, los resultados sugieren la necesidad de priorizar contenidos críticos como factorización, resolución de ecuaciones cuadráticas, comprensión funcional y razones trigonométricas antes de introducir formalismos más abstractos. Asimismo, se vuelve pertinente revisar la secuencia temática del curso, incorporando actividades de nivelación y refuerzo conceptual durante las primeras semanas, en lugar de asumir una homogeneidad inexistente en el conocimiento de ingreso.

Estos hallazgos se vinculan directamente con los debates sobre trayectorias académicas, retención y equidad en la educación superior. Tal como señalan Ortega-Darwin y Shryock (2021), los estudiantes que ingresan con bases matemáticas limitadas presentan mayores probabilidades de reprobación y abandono temprano. En este contexto, el diagnóstico se configura como una herramienta institucional de carácter estratégico para anticipar riesgos académicos y diseñar acciones preventivas que favorezcan trayectorias con mayor continuidad, particularmente en programas de ingeniería donde el cálculo diferencial actúa como asignatura filtro.

A diferencia de investigaciones de gran escala, este estudio aporta evidencia empírica contextualizada que permite comprender cómo se manifiestan estas problemáticas en un entorno regional específico. En el sur de Tamaulipas, donde las oportunidades profesionales vinculadas a la ingeniería y la tecnología son estratégicas para el desarrollo local, contar con diagnósticos sistemáticos del conocimiento matemático de ingreso resulta necesario para orientar decisiones curriculares, fortalecer la formación docente y diseñar programas de acompañamiento académico sensibles a las condiciones reales del estudiantado.

En este sentido, los resultados confirman que el aprendizaje del cálculo diferencial no puede construirse sobre vacíos conceptuales persistentes. El diagnóstico inicial, entendido desde una perspectiva formativa, permite no solo describir el estado del conocimiento matemático de ingreso, sino también fundamentar decisiones pedagógicas e institucionales orientadas a reorientar la enseñanza, sostener la permanencia y favorecer trayectorias académicas con mayor equidad en el primer año universitario.

Conclusión

Lejos de constituir un ejercicio meramente descriptivo, este estudio permite delinear el punto de partida matemático desde el cual los estudiantes de nuevo ingreso a Ingeniería en Sistemas Computacionales enfrentan el curso propedéutico y, posteriormente, el cálculo diferencial. El perfil identificado, heterogéneo, con fortalezas relativas en aritmética y geometría, pero con debilidades persistentes en álgebra y trigonometría, muestra que la base operativa con la que ingresan no alcanza a sostener los procesos de formalización y razonamiento variacional que exige el cálculo universitario.

En el contexto del sur de Tamaulipas, y particularmente de la región de El Mante, estos hallazgos adquieren relevancia institucional al poner de manifiesto brechas formativas que inciden en la permanencia y el desempeño académico en carreras estratégicas para el desarrollo local. Contar con un diagnóstico sistemático del conocimiento matemático de ingreso permite orientar acciones institucionales sustentadas en evidencia, tales como programas de nivelación, ajustes curriculares en el primer año y estrategias de acompañamiento académico focalizado.

Desde una perspectiva pedagógica, los resultados refuerzan la necesidad de reconfigurar la enseñanza del cálculo diferencial a partir del reconocimiento explícito de las lagunas conceptuales del estudiantado. Ello implica replantear la formación docente para el trabajo con grupos heterogéneos, priorizar contenidos de alta incidencia conceptual, como factorización, resolución de ecuaciones, comprensión funcional y razones trigonométricas y diseñar secuencias didácticas que integren procesos de nivelación antes y durante las primeras semanas del curso. Asimismo, se sugiere revisar la articulación entre los contenidos del nivel medio superior y las exigencias cognitivas del cálculo universitario, con el fin de favorecer transiciones más graduales.

Así, este estudio se posiciona como un marco inicial para el desarrollo de investigaciones posteriores orientadas a evaluar el impacto de estrategias de intervención derivadas del diagnóstico, así como para el seguimiento longitudinal de las trayectorias académicas del estudiantado durante el primer año universitario. Resulta pertinente plantear, por ejemplo: ¿en qué medida la incorporación sistemática de módulos de nivelación basados en diagnósticos iniciales inciden en el desempeño y la permanencia en cálculo diferencial?, ¿qué transformaciones en la práctica docente resultan presentan más potencial de ajuste para atender la heterogeneidad del conocimiento matemático previo?, y ¿cómo pueden las instituciones integrar el diagnóstico como un componente permanente de sus políticas de acompañamiento académico? Abordar estas cuestiones permitirá avanzar hacia una enseñanza del cálculo más pertinente y sensible a las condiciones de ingreso de los estudiantes.

Referencias

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart & Winston.
- Charalambides, M., Panaoura, R., Tsolaki, E., & Pericleous, S. (2023). First year engineering students' difficulties with math courses-what is the starting point for academic teachers? *Education Sciences*, 13(8), 835.
<https://doi.org/10.3390/educsci13080835>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
- Domondon, C. (2025). Analyzing the Errors of STEM Students in Solving Basic Calculus Problems. *Diversitas Journal*, 10(1).
<https://doi.org/10.48017/dj.v10i1.3310>
- Ghedamsi, I., & Lecorre, T. (2021). Transition from high school to university calculus: a study of connection. *ZDM-Mathematics Education*, 53(3), 563–575.
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01262-1>

- Hed, L., Åhag, P., & Norqvist, M. (2024). Changes in mathematical skills among freshman engineering students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 56(11), 2236–2250.
<https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2404427>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Inter-American Development Bank [IDB]. (2023). *The state of education in Latin America and the Caribbean: 2023 report*. IDB. <https://bit.ly/49wVi5x>
- Mahadewsing, R., Getrouw, D., & Calor, S. M. (2024). Prior knowledge of a calculus course: The impact of prior knowledge on students' errors. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(3), em0786.
<https://doi.org/10.29333/iejme/14765>
- Ortega-Darwin, P. E., & Shryock, K. J. (2021, July). *WIP: Strategies to Increase Value and Retention for Undergraduates in Engineering*. En 2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access.
- Perilla, S., Valencia, H., & Chacón, M. (2025). Factores que afectan el desempeño en Cálculo Diferencial en la Universidad Santo Tomás. *Revista Interamericana De Investigación Educación y Pedagogía RIIEP*, 15(2), 37–68.
<https://doi.org/10.15332/tsbx0q93>
- Piaget, J. (1937). *La construction du réel chez L'Enfant*. Delachaux & Niestle.
- Piaget, J. (1967). *Psicología, lógica y comunicación*. Ediciones Nueva Visión
- Raslan, G. (2024). The Impact of the zone of proximal development concept (scaffolding) on the students problem solving skills and learning outcomes. En K. A. Marri, F. A. Mir, S. A. David, & M. Al-Emrn (Eds.), *BUiD Doctoral Research Conference 2023: Multidisciplinary Studies* (pp. 59–66). Springer.
- Ryan, O., Sajadi, S., Barrera, S., & Jaghargh, R. T. (2025). Understanding the Effects of a Math Placement Exam on Calculus 1 Enrollment and Engineering Persistence. *Education Sciences*, 15(2), 154.
<https://doi.org/10.3390/educsci15020154>
- Sebsibe, A. S., & Feza, N. N. (2020). Assessment of students' conceptual knowledge in limit of functions. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(2), em0574. <https://doi.org/10.29333/iejme/6294>
- Sehole, L., Sekao, D., & Mokotjo, L. (2023). Mathematics conceptual errors in the learning of a linear function: A case of a Technical and Vocational Education and Training college in South Africa. *The Independent Journal of Teaching and Learning*, 18(1), 81–97. <https://doi.org/10.17159/ijtl.v18i1.17173>
- Turner, P. R. (2008). A Predictor-Corrector Process with Refinement for First-Year Calculus Transition Support. *PRIMUS*, 18(4), 370–393.
<https://doi.org/10.1080/10511970601131639>

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO].
(2024). *The urgency of educational recovery in Latin America and the Caribbean*.
UNESCO. <https://bit.ly/4pWZzWp>
- Wahab, G., & Rosnawati, R. (2011). *Teori-teori belajar dan pembelajaran*. Erlangga,
Bandung.
- Weldeana, H. N., Sbhatu, D. B., & Berhe, G. T. (2023). Freshman STEM students' misconceptions in a basic limit theorem of $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{\sin x}{x} \right)$. *Heliyon*, 9(12).
<https://doi.org/qmzs>