



# **REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS**

Volumen 3, Número 3  
Julio-Septiembre 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, [www.omniscens.com](http://www.omniscens.com)

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3  
julio-septiembre 2026

Publicación trimestral  
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: [admin@omniscens.com](mailto:admin@omniscens.com)

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

---

### Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 3, julio-septiembre 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, [admin@omniscens.com](mailto:admin@omniscens.com), Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 julio 2026.



**Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias**

**Volumen 3, Número 3, 2026, julio-septiembre**

**DOI: <https://doi.org/10.71112/bznkyl39>**

**ERRORES, CONCEPCIONES Y OBSTÁCULOS EN LA COMPRENSIÓN DEL LÍMITE  
DE UNA FUNCIÓN: UN ANÁLISIS EPISTEMOLÓGICO Y DIDÁCTICO EN  
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

**ERRORS, MISCONCEPTIONS, AND OBSTACLES IN THE UNDERSTANDING OF  
FUNCTION LIMITS: AN EPISTEMOLOGICAL AND DIDACTIC ANALYSIS OF  
UNIVERSITY STUDENTS**

**Jorge Fajardo Molinares**

**Colombia**

## **Errores, concepciones y obstáculos en la comprensión del límite de una función: un análisis epistemológico y didáctico en estudiantes universitarios**

### **Errors, misconceptions, and obstacles in the understanding of function limits: an epistemological and didactic analysis of university students**

Jorge Fajardo Molinares<sup>a,\*</sup>

[jfajardo29@email.com](mailto:jfajardo29@email.com)

<https://orcid.org/0000-0001-9283-1132>

\*Autor de correspondencia: [jfajardo29@email.com](mailto:jfajardo29@email.com), <sup>a</sup>Institución Universitaria de Barranquilla,  
Colombia

#### **RESUMEN**

El aprendizaje del concepto de límite de una función continúa representando uno de los mayores desafíos en la enseñanza del cálculo en educación superior, debido a la persistencia de errores, dificultades conceptuales y obstáculos epistemológicos. El presente estudio tiene como propósito analizar las concepciones y errores asociados a la comprensión del límite en estudiantes universitarios, desde un enfoque epistemológico y didáctico, con el fin de construir una taxonomía explicativa del error matemático.

Se adoptó un enfoque cualitativo de tipo interpretativo, basado en el análisis de producciones escritas, entrevistas semiestructuradas y observación de la resolución de tareas. El proceso de análisis se realizó mediante técnicas de codificación abierta, axial y selectiva, permitiendo la identificación de categorías emergentes y su articulación con el marco teórico.

Los resultados evidencian tres niveles de error: procedimental, conceptual y epistemológico. En este último nivel se identifican tres obstáculos principales: el obstáculo algebraico, el obstáculo

infinitesimal y el obstáculo unitario-pragmático, este último caracterizado por la reducción del conocimiento matemático a procedimientos operativos orientados a la resolución de tareas. Se concluye que los errores no constituyen fallas aisladas, sino manifestaciones de estructuras de conocimiento que emergen de la interacción entre factores cognitivos, epistemológicos y didácticos.

El estudio aporta una taxonomía de errores que permite comprender de manera integrada las dificultades en el aprendizaje del límite y ofrece orientaciones para el diseño de estrategias didácticas en educación superior.

**Palabras Clave:** Límite de una función; errores matemáticos; obstáculos epistemológicos; educación matemática; cálculo diferencial; pensamiento matemático.

## ABSTRACT

The learning of the concept of limit of a function remains one of the most challenging topics in undergraduate calculus education, due to the persistence of errors, conceptual difficulties, and epistemological obstacles. This study aims to analyze students' conceptions and errors related to the understanding of limits from an epistemological and didactical perspective, in order to construct an explanatory taxonomy of mathematical error.

A qualitative interpretative approach was adopted, based on the analysis of written productions, semi-structured interviews, and observation of problem-solving processes. Data analysis was conducted through open, axial, and selective coding, allowing the identification of emerging categories and their articulation with the theoretical framework.

The findings reveal three levels of error: procedural, conceptual, and epistemological. Within the epistemological level, three main obstacles were identified: the algebraic obstacle, the infinitesimal obstacle, and the unitary-pragmatic obstacle, the latter characterized by the reduction of mathematical knowledge to procedural tools aimed at task completion. It is

concluded that errors are not isolated failures but manifestations of knowledge structures shaped by the interaction of cognitive, epistemological, and didactical factors.

This study contributes to mathematics education research by proposing a taxonomy of errors that provides an integrated understanding of students' difficulties in learning limits and offers insights for the design of instructional strategies in higher education.

**Keywords:** Limit concept; mathematical errors; epistemological obstacles; calculus education; undergraduate mathematics; conceptual understanding.

Recibido: 15 junio 2026 | Aceptado: 2 julio 2026 | Publicado: 3 julio 2026

## INTRODUCCIÓN

El concepto de límite constituye uno de los ejes estructurantes del análisis matemático y un componente esencial en la formación del pensamiento matemático avanzado. Su importancia radica no solo en su papel fundacional dentro del cálculo diferencial e integral, sino también en su capacidad para articular nociones fundamentales como continuidad, derivabilidad y convergencia. Sin embargo, a pesar de su centralidad, múltiples investigaciones han evidenciado que su aprendizaje en el nivel universitario presenta dificultades persistentes, caracterizadas por la coexistencia de procedimientos operativos exitosos y comprensiones conceptuales frágiles (Tall & Vinner, 1981; Cornu, 1991).

Estas dificultades han sido ampliamente documentadas desde diferentes enfoques teóricos, destacándose la tensión entre la imagen conceptual y la definición formal del límite. Según Tall y Vinner (1981), los estudiantes construyen imágenes conceptuales basadas en experiencias previas y representaciones intuitivas que no siempre coinciden con la definición matemática rigurosa. Esta disociación conduce a interpretaciones erróneas del límite, tales

como concebirlo como un valor que se alcanza o como un proceso dinámico sin estructura formal, lo que limita la construcción de un conocimiento relacional sólido (Sierpinska, 1985).

Desde una perspectiva epistemológica, estas dificultades pueden interpretarse a través de la noción de obstáculo epistemológico, introducida por Bachelard (1987), quien plantea que el conocimiento científico no se construye de manera lineal, sino mediante la superación de formas de conocimiento previas que, aunque funcionales en ciertos contextos, se convierten en barreras para el avance conceptual. En el ámbito de la educación matemática, esta idea ha sido retomada por Brousseau (1997), quien sostiene que los obstáculos forman parte inherente del proceso de aprendizaje y deben ser analizados como componentes estructurales del conocimiento del estudiante.

En el caso particular del concepto de límite, diversos estudios han identificado la existencia de obstáculos específicos relacionados con la comprensión del infinito, la noción de aproximación y la transición entre representaciones. Sierpinska (1985) señala que la dificultad para comprender el límite está asociada a la complejidad de coordinar diferentes significados del concepto, mientras que investigaciones posteriores evidencian que los estudiantes tienden a reducir el límite a procedimientos algebraicos, desconectándolo de su significado conceptual. Esta reducción se ve reforzada por prácticas de enseñanza que privilegian el cálculo simbólico sobre la comprensión de los procesos subyacentes.

Por otra parte, el enfoque semiótico ha puesto en evidencia la importancia de las representaciones en la construcción del conocimiento matemático. Según Duval (1993, 1999), la comprensión de un concepto matemático requiere la coordinación de múltiples registros de representación, como el algebraico, gráfico y numérico. La incapacidad de los estudiantes para realizar conversiones entre estos registros genera conflictos semióticos que se manifiestan en errores persistentes, particularmente en el aprendizaje del límite.

En este sentido, el análisis de los errores adquiere un papel central en la investigación en educación matemática. Lejos de ser considerados simples fallas, los errores constituyen indicadores de las estructuras cognitivas y epistemológicas que organizan el conocimiento del estudiante. Como señala Radatz (1980), los errores pueden clasificarse en función de su origen y permiten identificar regularidades en el pensamiento matemático. Investigaciones más recientes han profundizado en esta idea, mostrando que los errores reflejan concepciones estables y coherentes desde el punto de vista del estudiante, lo que exige interpretarlos dentro de un marco teórico más amplio.

Asimismo, desde la teoría antropológica de lo didáctico, se ha destacado que el conocimiento matemático que circula en las instituciones educativas se organiza en torno a praxeologías que pueden limitar la comprensión conceptual. En particular, Corica y Otero (2009) evidencian que en muchos contextos universitarios el estudio del límite se reduce a la aplicación de técnicas algebraicas, lo que conduce a una fragmentación del conocimiento y a la consolidación de errores sistemáticos. Esta situación pone de manifiesto la influencia de las prácticas didácticas en la construcción del conocimiento matemático.

En coherencia con lo anterior, investigaciones recientes han señalado que los errores en el aprendizaje del cálculo no pueden explicarse únicamente desde una perspectiva cognitiva, sino que requieren ser comprendidos desde una articulación entre dimensiones epistemológicas, didácticas y semióticas. En este marco, se reconoce que los estudiantes desarrollan formas de conocimiento caracterizadas por su funcionalidad inmediata, pero limitadas en términos de integración conceptual, lo que se traduce en dificultades persistentes en la comprensión del límite.

A pesar de los avances en la investigación, persiste una ausencia de marcos analíticos que permitan clasificar de manera sistemática los errores asociados al concepto de límite desde una perspectiva epistemológica integrada. La mayoría de los estudios se centran en la

identificación de errores específicos o en el análisis de concepciones aisladas, sin establecer relaciones claras entre los diferentes niveles de error y los obstáculos que los generan.

En este contexto, el presente estudio propone avanzar hacia la construcción de una taxonomía de errores en el aprendizaje del límite, articulando tres niveles de análisis: procedimental, conceptual y epistemológico. Este enfoque busca no solo describir los errores, sino comprenderlos como manifestaciones de estructuras de conocimiento, identificando obstáculos específicos como el algebraico, el infinitesimal y el unitario-pragmático.

De esta manera, el artículo contribuye a la didáctica de las matemáticas al ofrecer un marco interpretativo que permite analizar de forma integrada los errores en el aprendizaje del límite, proporcionando herramientas conceptuales para el diseño de estrategias de enseñanza orientadas a la superación de estos obstáculos.

## **Marco Teórico**

### **El error en la educación matemática: de la falla a la estructura de conocimiento**

El estudio del error en la educación matemática ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas, pasando de una concepción centrada en la corrección a una perspectiva interpretativa que lo reconoce como una manifestación del pensamiento del estudiante. En este enfoque, el error no se entiende como una simple equivocación, sino como una evidencia de estructuras cognitivas que organizan el conocimiento matemático. Radatz (1980) plantea que los errores permiten identificar regularidades en los procesos de razonamiento, lo que los convierte en una fuente privilegiada de información para el análisis didáctico. En este sentido, el error revela no solo lo que el estudiante desconoce, sino la manera en que construye y utiliza su conocimiento. Esta perspectiva implica un cambio profundo en la forma de abordar la enseñanza de las matemáticas, orientándola hacia la comprensión de los procesos de aprendizaje.

Desde el ámbito universitario, investigaciones recientes han mostrado que los errores no son eventos aislados, sino manifestaciones de concepciones estables que los estudiantes desarrollan a lo largo de su formación. En particular, estudios como los de Ramírez (2012) evidencian que los errores están asociados a estructuras de pensamiento que se consolidan mediante la repetición de prácticas matemáticas. Estas estructuras pueden ser funcionales en ciertos contextos, pero resultan inadecuadas frente a conceptos más abstractos como el límite. De manera complementaria, Ramírez (2024) señala que las concepciones de los docentes también influyen en la interpretación de los errores, lo que evidencia la dimensión didáctica del problema. En consecuencia, el análisis del error debe considerar tanto factores cognitivos como didácticos.

En este marco, el error se configura como un elemento central en la comprensión del aprendizaje matemático, ya que permite acceder a las concepciones y procesos de razonamiento del estudiante. Lejos de ser un obstáculo en sí mismo, el error constituye una oportunidad para el aprendizaje, en la medida en que puede ser analizado y resignificado en el aula. Esta visión implica que el docente debe desarrollar competencias para interpretar los errores desde una perspectiva epistemológica, reconociendo su papel en la construcción del conocimiento. Asimismo, el análisis del error permite identificar patrones de pensamiento que pueden ser abordados mediante estrategias didácticas específicas. De este modo, el error se convierte en una herramienta fundamental para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el nivel universitario.

### **Obstáculos epistemológicos en el aprendizaje del límite**

La noción de obstáculo epistemológico, introducida por Bachelard (1987), constituye un marco teórico fundamental para comprender las dificultades en el aprendizaje de conceptos matemáticos complejos. Según este autor, el conocimiento científico se construye mediante la superación de formas de pensamiento previas que, aunque funcionales en determinados

contextos, se convierten en barreras para el desarrollo conceptual. En el ámbito de la educación matemática, Brousseau (1997) retoma esta idea y plantea que los obstáculos son inherentes al proceso de aprendizaje, por lo que deben ser analizados como parte estructural del conocimiento del estudiante. Esta perspectiva permite interpretar las dificultades en el aprendizaje del límite no como errores accidentales, sino como manifestaciones de formas de conocimiento arraigadas.

En el caso específico del concepto de límite, diversos estudios han identificado la presencia de obstáculos epistemológicos asociados a la comprensión del infinito, la noción de aproximación y la relación entre variables. Ramírez, P., y Prada, R. (2017) evidencian que los estudiantes tienden a confundir los conceptos de límite y continuidad, lo que refleja una comprensión superficial del conocimiento matemático. Asimismo, investigaciones como las de Rojas (2023) destacan que los estudiantes presentan dificultades para comprender los límites especiales, lo que evidencia la persistencia de obstáculos tanto epistemológicos como cognitivos. Estas dificultades ponen de manifiesto la complejidad del concepto de límite y la necesidad de abordarlo desde una perspectiva integral.

Por otra parte, estudios recientes han señalado que los obstáculos epistemológicos en el aprendizaje del límite están estrechamente relacionados con conflictos semióticos y prácticas didácticas inadecuadas. Torres y Uribe (2025) destacan que la falta de coordinación entre diferentes representaciones matemáticas genera dificultades en la comprensión del concepto. Además, el énfasis en procedimientos algebraicos en la enseñanza contribuye a la consolidación de interpretaciones limitadas del límite. En este sentido, los obstáculos epistemológicos no solo dependen del estudiante, sino también de las condiciones de enseñanza. Por ello, su análisis requiere considerar la interacción entre dimensiones epistemológicas, cognitivas y didácticas.

## El papel de las representaciones y los conflictos semióticos

La comprensión del concepto de límite requiere la coordinación de múltiples registros de representación, lo que constituye uno de los principales desafíos en su aprendizaje. Desde el enfoque de Duval (1993, 1999), el conocimiento matemático se construye a partir de la capacidad de transformar y coordinar diferentes representaciones, como el lenguaje algebraico, las gráficas y las tablas numéricas. Esta coordinación es esencial para desarrollar una comprensión profunda de los conceptos matemáticos. Sin embargo, los estudiantes suelen presentar dificultades para realizar estas transformaciones, lo que limita su capacidad para interpretar el significado del límite. En este sentido, la representación se convierte en un elemento clave en el aprendizaje matemático.

Diversos estudios han evidenciado que los conflictos semióticos desempeñan un papel central en las dificultades asociadas al aprendizaje del límite. Torres y Uribe (2025) señalan que la multirrepresentacionalidad del concepto puede generar ambigüedades si no se aborda de manera adecuada. Asimismo, el análisis de manuales muestra que la enseñanza del límite se centra principalmente en el registro algebraico, dejando de lado otras formas de representación que podrían facilitar la comprensión. Esta situación contribuye a la aparición de errores relacionados con la interpretación del límite como un procedimiento mecánico. Por lo tanto, es necesario promover la articulación de diferentes registros en la enseñanza del cálculo.

En consecuencia, el análisis de los conflictos semióticos permite comprender las dificultades en el aprendizaje del límite desde una perspectiva más amplia. Estos conflictos no solo reflejan problemas en la comprensión de las representaciones, sino también en la construcción del significado matemático. Por ello, es fundamental diseñar estrategias didácticas que favorezcan la coordinación entre diferentes registros de representación. Esto implica no solo presentar diversas representaciones, sino también promover la reflexión sobre sus

relaciones. De este modo, se puede contribuir a una comprensión más profunda y significativa del concepto de límite.

### **Enfoques didácticos y organización del conocimiento matemático**

Desde la teoría antropológica de lo didáctico, el conocimiento matemático se organiza en torno a praxeologías que integran tareas, técnicas, tecnologías y teorías. Este enfoque permite analizar la forma en que el conocimiento se estructura y se transmite en contextos educativos. Corica y Otero (2009) evidencian que en el nivel universitario el estudio del límite se reduce frecuentemente a la aplicación de técnicas algebraicas, lo que limita la comprensión conceptual. Esta reducción del conocimiento favorece la aparición de errores sistemáticos y dificulta la construcción de significados. En este sentido, la organización del conocimiento matemático influye directamente en el aprendizaje de los estudiantes.

Por otra parte, la ingeniería didáctica propone el diseño de situaciones de aprendizaje que permitan superar los obstáculos epistemológicos y favorecer la construcción del conocimiento. Artigue et al. (1995) destacan la importancia de analizar las condiciones de enseñanza para comprender las dificultades de aprendizaje. En esta línea, De la Cruz (2020) propone la construcción de modelos epistemológicos de referencia que permitan analizar las organizaciones matemáticas asociadas al límite. Estos enfoques resaltan la necesidad de articular teoría y práctica en la enseñanza de las matemáticas. De este modo, la didáctica se convierte en un elemento clave para mejorar el aprendizaje del cálculo.

En consecuencia, los enfoques didácticos permiten comprender las dificultades en el aprendizaje del límite desde una perspectiva sistémica. No se trata únicamente de analizar los errores del estudiante, sino de comprender las condiciones en las que se produce el aprendizaje. Esto implica considerar la interacción entre el conocimiento matemático, las prácticas de enseñanza y las características del estudiante. De esta manera, es posible diseñar estrategias que favorezcan la comprensión conceptual y la superación de los obstáculos

epistemológicos. Así, la didáctica de las matemáticas se posiciona como un campo fundamental para transformar la enseñanza del cálculo.

### **Hacia una taxonomía de errores en el aprendizaje del límite**

A partir de los aportes teóricos y empíricos revisados, se evidencia la necesidad de construir una clasificación sistemática de los errores asociados al concepto de límite. La mayoría de los estudios se han centrado en la descripción de errores específicos, sin establecer relaciones entre sus causas y los obstáculos que los generan. Esta situación limita la comprensión del fenómeno y dificulta el diseño de estrategias didácticas efectivas. En este sentido, resulta necesario avanzar hacia una taxonomía que permita integrar diferentes niveles de análisis. Esta taxonomía debe considerar tanto aspectos procedimentales como conceptuales y epistemológicos.

En este contexto, el presente estudio propone una clasificación de errores en tres niveles. Los errores procedimentales corresponden a fallas en la ejecución de algoritmos, como errores en la simplificación o en la sustitución. Los errores conceptuales se relacionan con interpretaciones inadecuadas del límite, como su confusión con el valor de la función. Finalmente, los errores epistemológicos se vinculan con obstáculos que estructuran el pensamiento del estudiante, como el predominio del álgebra o la dificultad para comprender el infinito. Esta clasificación permite analizar los errores desde una perspectiva más profunda.

### **Además, facilita la identificación de patrones de razonamiento en los estudiantes**

En consecuencia, la taxonomía propuesta se constituye en un aporte significativo para la didáctica del cálculo. Al integrar diferentes niveles de análisis, permite comprender los errores como manifestaciones de estructuras de conocimiento y no como fallas aisladas. Esto abre la posibilidad de diseñar estrategias de enseñanza orientadas a la superación de los obstáculos epistemológicos. Asimismo, la taxonomía facilita el análisis de los procesos de

aprendizaje desde una perspectiva integral. De este modo, se contribuye al desarrollo de una educación matemática más reflexiva y centrada en la comprensión conceptual.

## **METODOLOGÍA**

### **Enfoque y diseño de la investigación**

El presente estudio se inscribe en un enfoque cualitativo de carácter interpretativo, orientado a comprender las concepciones y los errores de los estudiantes en torno al concepto de límite desde una perspectiva epistemológica. Este enfoque resulta pertinente cuando el objetivo de la investigación es analizar los procesos de pensamiento y las estructuras de conocimiento que subyacen a las producciones de los sujetos, más que medir variables cuantificables. En este sentido, la investigación se centra en la interpretación de significados y en la identificación de patrones de razonamiento que permiten explicar la naturaleza de los errores. De acuerdo con Creswell (2014), los estudios cualitativos permiten explorar fenómenos complejos en contextos reales, favoreciendo una comprensión profunda de los procesos educativos. Asimismo, este enfoque es coherente con la perspectiva de la didáctica de las matemáticas, que reconoce el papel del error como indicador de estructuras cognitivas y epistemológicas (Radatz, 1980). Por tanto, el diseño adoptado busca articular el análisis empírico con el marco teórico desarrollado.

El diseño de la investigación es de tipo estudio de casos múltiples, en la medida en que se analizan las producciones de un grupo de estudiantes universitarios en relación con tareas específicas sobre el concepto de límite. Este tipo de diseño permite examinar en profundidad las características de un fenómeno dentro de su contexto, identificando regularidades y particularidades en los procesos de aprendizaje. Según Yin (2018), el estudio de casos es adecuado cuando se pretende responder a preguntas del tipo “cómo” y “por qué”, lo cual resulta pertinente para el análisis de los errores matemáticos. En este estudio, cada estudiante

constituye una unidad de análisis, mientras que el conjunto de estudiantes permite identificar patrones comunes. De esta manera, se busca construir una comprensión amplia del fenómeno, integrando diferentes niveles de análisis. El diseño adoptado facilita la triangulación de la información y el fortalecimiento de la validez de los resultados.

En coherencia con lo anterior, el estudio asume una orientación analítico-interpretativa, en la que los datos son examinados a partir de categorías teóricas previamente definidas y de categorías emergentes derivadas del análisis. Este enfoque permite articular la teoría con la evidencia empírica, favoreciendo la construcción de interpretaciones fundamentadas. Además, se adopta una perspectiva de análisis de contenido, que posibilita la organización sistemática de la información y la identificación de patrones de significado. De acuerdo con Strauss y Corbin (2002), el análisis cualitativo implica un proceso iterativo de codificación, comparación y categorización, lo que permite construir explicaciones teóricas a partir de los datos. En este sentido, la metodología adoptada se orienta hacia la comprensión profunda de los errores y su relación con los obstáculos epistemológicos. Así, se garantiza la coherencia entre el enfoque teórico y el diseño metodológico del estudio.

### **Participantes y contexto**

La investigación se desarrolló con estudiantes de nivel universitario que cursaban asignaturas relacionadas con cálculo diferencial, así como con docentes con experiencia en la enseñanza de esta área. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo intencional, considerando la pertinencia del grupo en relación con el objeto de estudio, específicamente la comprensión del concepto de límite y la identificación de obstáculos epistemológicos. En coherencia con el diseño metodológico de la investigación doctoral de referencia, los informantes clave estuvieron conformados por docentes y estudiantes vinculados directamente al proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo, lo que permitió acceder a diferentes perspectivas del fenómeno estudiado. En particular, se seleccionaron

cuatro (4) docentes de matemáticas con experiencia en el área de cálculo y cuatro (4) estudiantes del programa técnico en mantenimiento electromecánico y electrónico industrial, correspondientes al segundo cuatrimestre del período académico analizado (Fajardo, 2024). Esta selección responde a la necesidad de analizar el fenómeno desde una visión integral que articule los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El contexto de la investigación corresponde a una institución de educación superior ubicada en la ciudad de Barranquilla, Colombia, específicamente en el módulo de cálculo diferencial donde se introduce el concepto de límite como uno de los contenidos fundamentales. En este entorno, la enseñanza del límite se caracteriza por un enfoque predominantemente algebraico, centrado en la resolución de ejercicios y en la aplicación de técnicas operativas. Esta situación coincide con lo reportado en la literatura especializada, que señala la prevalencia de prácticas de enseñanza orientadas al procedimiento más que a la comprensión conceptual (Corica y Otero, 2009). En consecuencia, el contexto educativo influye directamente en la forma en que los estudiantes construyen su conocimiento matemático. Este aspecto resulta clave para interpretar los errores desde una perspectiva didáctica y epistemológica.

Por otra parte, los participantes fueron informados sobre los objetivos de la investigación y se garantizó la confidencialidad de la información recolectada, respetando los principios éticos de la investigación educativa. La participación fue voluntaria y se procuró generar un ambiente de confianza que facilitara la expresión libre de ideas y razonamientos por parte de los sujetos. Este aspecto es fundamental en estudios cualitativos, ya que permite obtener información auténtica sobre los procesos cognitivos y epistemológicos de los estudiantes. Asimismo, se consideró la diversidad de niveles de desempeño académico, con el fin de capturar distintas formas de razonamiento y comprensión del concepto de límite. De este modo, se asegura la riqueza interpretativa de los datos y se fortalece la validez del estudio.

## RESULTADOS

### Caracterización general de los errores en el aprendizaje del límite

El análisis de las producciones escritas, entrevistas semiestructuradas y observaciones del proceso de resolución de tareas permitió identificar patrones recurrentes de error en la comprensión del concepto de límite. Estos errores no se presentan como eventos aislados, sino como manifestaciones de estructuras de conocimiento relativamente estables que orientan el razonamiento de los estudiantes. En este sentido, los resultados evidencian que el aprendizaje del límite se encuentra fuertemente condicionado por formas de pensamiento centradas en la ejecución de procedimientos, lo cual coincide con lo reportado en la literatura sobre educación matemática (Radatz, 1980; Tall y Vinner, 1981).

Asimismo, se identificó que los estudiantes tienden a abordar los problemas de límite desde una perspectiva predominantemente algebraica, privilegiando la manipulación simbólica sobre la interpretación conceptual. Esta tendencia ha sido documentada en estudios previos que señalan la reducción del conocimiento matemático a un conjunto de técnicas operativas (Corica y Otero, 2009). En coherencia con la investigación doctoral de referencia, se evidencia que esta orientación procedimental limita la construcción de significados profundos del concepto de límite (Fajardo, 2024).

Por otra parte, los resultados muestran que los errores identificados no pueden explicarse únicamente en términos de dificultades cognitivas, sino que responden a la interacción entre factores epistemológicos, didácticos y semióticos. En este sentido, los errores se constituyen en indicadores de obstáculos epistemológicos que estructuran el pensamiento del estudiante, lo que exige un análisis más profundo de su naturaleza (Brousseau, 1997; Sierpiska, 1985).

## Resultados según la taxonomía de errores

### Errores procedimentales

En el nivel procedimental se identificaron errores asociados a la ejecución de técnicas algebraicas, particularmente en la simplificación de expresiones, el uso de propiedades de límites y la sustitución directa. Estos errores se caracterizan por la aplicación mecánica de reglas sin una comprensión adecuada de su significado.

### Fragmento Empírico 1 (Producción escrita)

$$\text{“}\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{(x - 2)} = \frac{0}{0} = 0\text{”}$$

#### Interpretación:

El estudiante realiza sustitución directa sin reconocer la indeterminación, lo que evidencia un uso superficial de reglas operativas.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Radatz (1980), quien señala que los errores procedimentales surgen de la aplicación incorrecta de algoritmos previamente aprendidos. Asimismo, evidencian debilidades en la comprensión de las condiciones de aplicabilidad de las reglas matemáticas.

### Errores conceptuales

En el nivel conceptual se identificaron interpretaciones inadecuadas del concepto de límite, particularmente la confusión entre el límite de una función y su valor en un punto, así como la concepción del límite como un valor que se alcanza.

### Fragmento Empírico 2 (Entrevista)

“El límite es el valor que toma la función cuando llega al punto”

#### Interpretación:

El estudiante concibe el límite como un valor alcanzado, lo que refleja una discrepancia entre la imagen conceptual y la definición formal (Tall y Vinner, 1981).

Este tipo de error ha sido ampliamente documentado en la literatura, donde se destaca la dificultad de los estudiantes para comprender el límite como un proceso de aproximación (Sierpiska, 1985). Además, evidencia la influencia de intuiciones previas en la construcción del conocimiento matemático.

### **Errores epistemológicos**

En el nivel epistemológico se identificaron errores asociados a obstáculos que estructuran el pensamiento del estudiante.

#### **a) Obstáculo algebraico**

Se evidenció un predominio del tratamiento simbólico, donde los estudiantes dependen exclusivamente del álgebra para resolver problemas de límite.

#### **Fragmento Empírico (Producción escrita)**

“no se puede hacer el límite porque no se puede factorizar”

#### **Interpretación:**

El estudiante asocia la existencia del límite con la posibilidad de aplicar un procedimiento algebraico.

#### **b) Obstáculo infinitesimal**

Se identificaron dificultades en la comprensión de la noción de aproximación e infinito.

#### **Fragmento Empírico 4 (Entrevista)**

“El límite nunca se alcanza porque siempre sigue acercándose”

#### **Interpretación:**

Se evidencia una interpretación dinámica no formalizada del límite, consistente con lo planteado por Cornu (1991).

#### **c) Obstáculo unitario-pragmático**

Este obstáculo se manifiesta en la reducción del conocimiento matemático a procedimientos operativos orientados a la resolución de tareas.

### **Fragmento Empírico 5 (Entrevista)**

“Yo hago el límite como me enseñaron, paso por paso, sin pensar mucho”

#### **Interpretación:**

El estudiante evidencia una relación instrumental con el conocimiento, característica del conocimiento unitario-pragmático (Fajardo, 2024).

Este hallazgo confirma que el aprendizaje del límite se encuentra mediado por prácticas didácticas que privilegian la ejecución sobre la comprensión.

#### **Integración de resultados**

Los resultados obtenidos permiten establecer que los errores en el aprendizaje del límite no pueden ser interpretados como fallas aisladas, sino como manifestaciones de estructuras de conocimiento que emergen de la interacción entre dimensiones cognitivas, epistemológicas y didácticas. En este sentido, la taxonomía propuesta permite integrar diferentes niveles de análisis, facilitando una comprensión más profunda del fenómeno.

Asimismo, se evidencia que el obstáculo unitario-pragmático actúa como un eje articulador de los demás errores, en la medida en que condiciona la forma en que los estudiantes interpretan y utilizan el conocimiento matemático. Este hallazgo constituye un aporte relevante para la didáctica del cálculo, ya que permite explicar la persistencia de errores en contextos de enseñanza formal.

En consecuencia, los resultados sugieren la necesidad de replantear las prácticas de enseñanza del límite, orientándolas hacia la construcción de significados conceptuales y la superación de los obstáculos epistemológicos. De este modo, el análisis del error se convierte en una herramienta clave para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación superior.

La Tabla 1 presenta la taxonomía de errores construida en esta investigación, organizada en tres niveles de análisis: procedimental, conceptual y epistemológico. Esta

clasificación permite comprender los errores no como fallas aisladas, sino como manifestaciones de estructuras de conocimiento que operan en diferentes niveles de profundidad. En el nivel procedimental se identifican errores asociados a la ejecución de técnicas algebraicas, mientras que en el nivel conceptual se evidencian dificultades en la interpretación del significado del límite. Por su parte, el nivel epistemológico permite identificar obstáculos que estructuran el pensamiento del estudiante, tales como el predominio del álgebra, la dificultad con la noción de aproximación y la reducción del conocimiento a procedimientos operativos. Esta taxonomía constituye un aporte central del estudio, ya que integra dimensiones cognitivas, didácticas y epistemológicas en un mismo marco analítico, facilitando la comprensión del error en el aprendizaje del límite.

**Tabla 1.***Taxonomía de errores en el aprendizaje del límite.*

Nivel de análisis	Tipo de error	Subcategoría	Descripción analítica	Ejemplo de manifestación	Interpretación
Procedimental	Aplicación incorrecta de reglas	Sustitución directa	Uso mecánico de sustitución sin análisis de indeterminación	$\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 4}{x - 2} = \frac{0}{0} = 0$	Aplicación superficial de procedimientos
Procedimental	Manipulación simbólica	Simplificación algebraica	Errores en factorización o cancelación	$(x^2 - 4) / (x - 2) = x - 4$	Débil dominio de técnicas
Conceptual	Confusión conceptual	Límite = valor de la función	Interpretación del límite como valor en el punto	“el límite es el valor en $x=2$ ”	Desconexión entre definición formal e imagen conceptual
Conceptual	Interpretación errónea	Límite como valor alcanzado	Se considera el límite como un punto final	“el límite se alcanza”	Comprensión intuitiva no formal
Epistemológico	Obstáculo algebraico	Predominio simbólico	Dependencia del álgebra para validar el límite	“si no se factoriza no hay límite”	Reducción del concepto a técnica

Epistemológico	Obstáculo infinitesimal	Aproximación	Dificultad para comprender tendencia al infinito	“nunca llega”	Confusión entre proceso dinámico y objeto matemático
Epistemológico	Obstáculo unitario-pragmático	Uso instrumental	Uso del límite como procedimiento sin significado	“solo sigo pasos”	Conocimiento fragmentado y operativo

La Tabla 2 muestra la distribución de los errores identificados en función de su frecuencia y nivel de análisis, lo que permite dimensionar la recurrencia de cada tipo de dificultad. Los resultados evidencian una alta presencia de errores procedimentales y conceptuales, lo que indica que las dificultades en el aprendizaje del límite se manifiestan tanto en la ejecución de procedimientos como en la comprensión del concepto. Asimismo, se observa una presencia significativa de errores asociados a obstáculos epistemológicos, particularmente el obstáculo unitario-pragmático, lo que sugiere que los estudiantes tienden a concebir el límite como una herramienta instrumental. Este análisis cuantitativo, aunque complementario a la interpretación cualitativa, permite fortalecer la validez de los resultados al evidenciar tendencias en los datos. De este modo, la tabla contribuye a identificar patrones de error que orientan la discusión didáctica del estudio.

**Tabla 2.**

*Frecuencia de errores identificados.*

Tipo de error	Frecuencia	Porcentaje (%)	Nivel
Sustitución directa incorrecta	12	30%	Procedimental
Errores de simplificación	8	20%	Procedimental
Confusión límite = valor	10	25%	Conceptual
Límite como valor alcanzado	6	15%	Conceptual
Obstáculo algebraico	5	12%	Epistemológico
Obstáculo infinitesimal	4	10%	Epistemológico
Obstáculo unitario-pragmático	9	22%	Epistemológico

La Tabla 3 presenta el sistema de categorías analíticas construido a partir del proceso de codificación de los datos, el cual articula las dimensiones teóricas y empíricas del estudio. Cada categoría corresponde a un nivel de análisis de los errores, mientras que las subcategorías permiten identificar manifestaciones específicas dentro de cada nivel. Los indicadores definidos facilitan la identificación de los errores en las producciones de los estudiantes, mientras que las fuentes de datos permiten establecer la procedencia de la información analizada. Este sistema de categorías constituye la base metodológica del análisis, ya que orienta la organización e interpretación de los datos. Además, permite garantizar la coherencia entre el marco teórico y los resultados, al vincular los errores con los obstáculos epistemológicos identificados. De este modo, la tabla evidencia el proceso de construcción analítica que sustenta la investigación.

**Tabla 3.**

*Categorías y subcategorías de análisis.*

<b>Categoría</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuente de datos</b>
Errores procedimentales	Sustitución directa	Uso automático de reglas	Producciones escritas
Errores procedimentales	Simplificación	Manipulación algebraica incorrecta	Producciones escritas
Errores conceptuales	Confusión límite-valor	Igualación directa	Entrevistas + respuestas
Errores conceptuales	Límite como resultado	Interpretación estática	Entrevistas
Obstáculo algebraico	Predominio simbólico	Dependencia del cálculo	Observación
Obstáculo infinitesimal	Aproximación	Dificultad con infinito	Entrevistas
Obstáculo unitario-pragmático	Uso instrumental	Procedimiento sin comprensión	Todas las fuentes

La Tabla 4 establece una relación entre los tipos de errores identificados, los obstáculos epistemológicos asociados y los tipos de razonamiento que los sustentan. Esta articulación

permite comprender cómo los errores procedimentales, conceptuales y epistemológicos se encuentran interrelacionados y responden a formas específicas de construcción del conocimiento. En particular, se evidencia que el obstáculo unitario-pragmático se encuentra presente en diferentes niveles de error, lo que sugiere su papel central en la organización del pensamiento del estudiante. Asimismo, la tabla permite identificar implicaciones didácticas, orientadas a la transformación de las prácticas de enseñanza. En este sentido, se propone la necesidad de promover un enfoque que favorezca la comprensión conceptual y la integración de diferentes registros de representación. De este modo, la tabla contribuye a establecer un puente entre el análisis teórico y la intervención pedagógica.

**Tabla 4.**

*Relación entre errores y obstáculos epistemológicos.*

<b>Tipo de error</b>	<b>Obstáculo asociado</b>	<b>Tipo de razonamiento</b>	<b>Implicación didáctica</b>
Procedimental	Unitario-pragmático	Procedimental	Reforzar comprensión conceptual
Conceptual	Infinitesimal	Intuitivo	Trabajar representaciones
Conceptual	Algebraico	Mixto	Integrar registros
Epistemológico	Unitario-pragmático	Instrumental	Cambiar enfoque de enseñanza
Epistemológico	Algebraico	Simbólico	Introducir gráficos
Epistemológico	Infinitesimal	Dinámico	Trabajar aproximación

La Tabla 5 presenta una selección de fragmentos empíricos obtenidos de las producciones escritas y entrevistas realizadas a los estudiantes, los cuales ilustran las diferentes categorías de error identificadas. Estos fragmentos permiten evidenciar de manera concreta las manifestaciones de los errores y su relación con los obstáculos epistemológicos. En este sentido, constituyen una base empírica que sustenta las interpretaciones realizadas en el estudio. Además, los fragmentos permiten acceder al pensamiento del estudiante, evidenciando sus concepciones y formas de razonamiento. Este tipo de análisis es fundamental

en la investigación cualitativa, ya que permite construir interpretaciones fundamentadas en los datos. De este modo, la tabla cumple una función ilustrativa y analítica, al vincular la teoría con la evidencia empírica.

**Tabla 5.**

*Ejemplos de fragmentos empíricos.*

Tipo de dato	Fragmento	Categoría	Interpretación
Producción escrita	" $0/0 = 0$ "	Procedimental	Error de sustitución
Entrevista	"el límite es el valor"	Conceptual	Confusión conceptual
Entrevista	"no llega nunca"	Infinitesimal	Interpretación dinámica
Entrevista	"solo sigo pasos"	Unitario-pragmático	Uso instrumental

Tabla 6 presenta un modelo integrador que articula las dimensiones cognitiva, epistemológica y didáctica en el análisis del aprendizaje del límite. Este modelo permite comprender los errores como el resultado de la interacción entre diferentes factores, superando una visión reduccionista del fenómeno. En particular, se evidencia que las dificultades en la comprensión del límite no dependen únicamente del estudiante, sino también de las condiciones de enseñanza y de la naturaleza del conocimiento matemático. Este enfoque sistémico permite identificar relaciones entre las diferentes dimensiones del análisis, favoreciendo una comprensión más profunda del fenómeno. Asimismo, el modelo ofrece una base para el diseño de estrategias didácticas orientadas a la superación de los obstáculos epistemológicos. De este modo, la tabla constituye un aporte teórico relevante para la didáctica del cálculo.

**Tabla 6.**

*Modelo integrador*

Dimensión	Manifestación	Evidencia	Nivel
Cognitiva	Fragmentación	Respuestas incompletas	Conceptual
Epistemológica	Reducción	Procedimientos mecánicos	Epistemológico
Didáctica	Enseñanza procedimental	Clases observadas	Contextual

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten afirmar que los errores en la comprensión del límite no pueden interpretarse únicamente como fallas operativas, sino como manifestaciones de concepciones y obstáculos que organizan el pensamiento matemático del estudiante. Esta interpretación coincide con estudios recientes que señalan que el aprendizaje del cálculo diferencial implica dificultades de carácter epistemológico, cognitivo y didáctico, especialmente cuando los estudiantes enfrentan nociones como límite, continuidad, derivada y aproximación infinita. En particular, Rojas (2023) destacan que los obstáculos en el aprendizaje del cálculo diferencial se expresan con fuerza en los casos de límites especiales, donde los estudiantes presentan dificultades para articular procedimientos con significados conceptuales.

La taxonomía propuesta en este estudio: errores procedimentales, conceptuales y epistemológicos, permite ampliar los análisis previos sobre errores en matemáticas universitarias. En esta línea, Ramírez (2024) sostiene que las causas de los errores no deben atribuirse solamente a la falta de comprensión individual del estudiante, sino que requieren ser interpretadas desde referentes de la Educación Matemática como obstáculo epistemológico, obstáculo didáctico, transformaciones semióticas y misconcepciones. Esto confirma la pertinencia de clasificar los errores en niveles diferenciados, ya que no todo error tiene la misma profundidad ni el mismo origen didáctico.

En relación con los errores procedimentales, los hallazgos muestran que muchos estudiantes aplican reglas algebraicas sin analizar las condiciones conceptuales del límite. Este resultado coincide con Corica y Otero (2009), quienes evidenciaron que en algunos cursos universitarios las organizaciones matemáticas en torno al límite tienden a ser puntuales y rígidas, orientadas principalmente a la revisión de algoritmos algebraicos. Aunque este estudio no pertenece al periodo 2020–2024, su aporte permite comprender por qué la enseñanza procedimental sigue generando efectos en investigaciones recientes sobre cálculo universitario.

Respecto a los errores conceptuales, la confusión entre límite y valor de la función continúa siendo una dificultad persistente. Ramírez, P., y Prada, R. (2017) encontraron que los estudiantes suelen asumir como iguales los conceptos de límite y continuidad, lo que revela una comprensión fragmentada de las relaciones entre conceptos fundamentales del cálculo. Esta dificultad se mantiene vigente en estudios más recientes, como el de Torres y Uribe (2025), quienes señalan que los errores conceptuales y procedimentales vinculados al límite y la continuidad revelan vacíos de significado y conflictos semióticos en la práctica matemática.

Desde el plano epistemológico, los resultados del presente estudio dialogan directamente con investigaciones que insisten en la necesidad de abordar el límite desde diversas formas de representación. Torres y Uribe (2025) sostienen que la multirrepresentacionalidad permite profundizar en los modos como el estudiante denota la comprensión del concepto de límite, pero también puede revelar conflictos semióticos cuando no se articulan adecuadamente los registros algebraico, gráfico y numérico. Esto coincide con la categoría de error epistemológico propuesta en esta investigación, especialmente en los obstáculos algebraico e infinitesimal.

Finalmente, el obstáculo unitario-pragmático constituye el aporte más original de esta investigación, pues permite explicar la reducción del concepto de límite a una herramienta útil para resolver ejercicios. Esta interpretación se sustenta en la tesis doctoral de Fajardo (2024), donde se plantea la necesidad de conformar una estructura didáctica para identificar el conocimiento unitario y pragmático durante la enseñanza del límite de una función. En este sentido, el presente artículo amplía ese constructo al vincularlo con una taxonomía de errores, mostrando que el pragmatismo procedimental no solo afecta la enseñanza, sino también la manera como los estudiantes clasifican, usa y comprenden el conocimiento matemático.

## CONCLUSIONES

El presente estudio permitió analizar de manera integral los errores, concepciones y obstáculos asociados al aprendizaje del concepto de límite en estudiantes universitarios, evidenciando que dichas dificultades no pueden ser comprendidas como fallas aisladas, sino como manifestaciones de estructuras de conocimiento que emergen de la interacción entre dimensiones cognitivas, epistemológicas y didácticas. En este sentido, los resultados confirman que el aprendizaje del límite se encuentra fuertemente condicionado por prácticas de enseñanza centradas en la aplicación de procedimientos, lo que limita la construcción de significados conceptuales profundos.

Uno de los principales aportes de la investigación es la construcción de una taxonomía de errores estructurada en tres niveles: procedimental, conceptual y epistemológico. Esta clasificación permitió identificar no solo la naturaleza de los errores, sino también su relación con los obstáculos que los generan. En particular, se evidenció que los errores procedimentales, aunque visibles, no constituyen el nivel más profundo de dificultad, mientras que los errores conceptuales y epistemológicos revelan problemas estructurales en la comprensión del concepto de límite. De este modo, la taxonomía propuesta se configura como una herramienta analítica que facilita la interpretación del error en contextos educativos.

En el plano epistemológico, se identificaron tres obstáculos principales: el obstáculo algebraico, el obstáculo infinitesimal y el obstáculo unitario-pragmático. Este último constituye el eje central del estudio, ya que permite explicar la tendencia de los estudiantes a reducir el conocimiento matemático a procedimientos operativos orientados a la resolución de tareas. En este sentido, el conocimiento unitario-pragmático no solo limita la comprensión del concepto de límite, sino que también condiciona la forma en que los estudiantes organizan y utilizan su conocimiento matemático. Este hallazgo representa un aporte original, al articular este constructo con una taxonomía de errores en el aprendizaje del cálculo.

Desde una perspectiva didáctica, los resultados evidencian la necesidad de transformar las prácticas de enseñanza del límite, orientándolas hacia la construcción de significados conceptuales y la articulación de diferentes registros de representación. En particular, se hace necesario superar el predominio del enfoque algebraico y promover estrategias que favorezcan la comprensión del límite como un proceso de aproximación. Asimismo, el análisis de los errores debe ser incorporado como una herramienta pedagógica que permita identificar las concepciones de los estudiantes y orientar la intervención docente.

En términos teóricos, el estudio contribuye a la didáctica de las matemáticas al integrar el análisis del error con la noción de obstáculo epistemológico, proponiendo un marco interpretativo que permite comprender el aprendizaje del límite desde una perspectiva sistémica. Esta integración posibilita avanzar en la comprensión de las dificultades en el aprendizaje del cálculo, superando enfoques fragmentados y promoviendo una visión más compleja del conocimiento matemático.

Finalmente, se sugiere que futuras investigaciones profundicen en el análisis de los obstáculos epistemológicos en otros conceptos del cálculo, así como en el diseño y evaluación de estrategias didácticas orientadas a su superación. De igual manera, se recomienda ampliar el estudio a diferentes contextos educativos, con el fin de validar la taxonomía propuesta y explorar su aplicabilidad en diversos escenarios de enseñanza. De este modo, se abre una línea de investigación que puede contribuir al fortalecimiento de la educación matemática en el nivel superior.

#### **Declaración de conflicto de interés**

El autor declara no tener ningún conflicto de interés financiero, académico, institucional, laboral o personal relacionado con la realización, análisis, interpretación o publicación de esta investigación.

### **Declaración de contribución a la autoría**

Jorge Fajardo Molinares: Roles desempeñados, Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Software, Supervisión, Validación, Visualización, Redacción del borrador original, Revisión y edición del manuscrito, Adquisición de financiamiento (si aplica).

El autor participó de manera integral en todas las fases de la investigación, incluyendo la formulación del problema, diseño metodológico, revisión documental, análisis de la información, construcción de categorías analíticas, elaboración de redes semánticas, interpretación de resultados y redacción final del manuscrito.

### **Declaración de uso de inteligencia artificial**

El autor declara que utilizó herramientas de inteligencia artificial exclusivamente como apoyo complementario en tareas de asistencia a la redacción, organización de ideas, revisión de estilo académico, corrección gramatical y apoyo en la estructuración preliminar de algunos apartados del manuscrito. Dichas herramientas no sustituyeron en ningún momento el análisis crítico, la interpretación de los datos, la construcción teórica, las decisiones metodológicas ni el proceso intelectual propio de la investigación.

Asimismo, el autor manifiesta que la totalidad de los contenidos científicos, resultados, interpretaciones, conclusiones y aportes presentados en este artículo son producto de su trabajo intelectual original. De igual manera, declara haber realizado procesos de revisión y verificación de originalidad mediante diferentes herramientas tecnológicas disponibles, garantizando que el manuscrito no contiene plagio ni reproducción indebida de contenidos generados por sistemas de inteligencia artificial.

En consecuencia, el autor asume plena responsabilidad académica, científica y ética sobre el contenido presentado en esta investigación.

## REFERENCIAS

- Artigue, M., Douady, R., Moreno, L., y Gómez, P. (1995). Ingeniería didáctica en educación matemática. <https://hdl.handle.net/1992/40560>
- Bachelard, G. (1987). La formación del espíritu científico. Siglo XXI.  
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1216419>
- Brousseau, G. (1997). Theory of didactical situations in mathematics. Kluwer.  
<https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1005>
- Corica, A. R., & Otero, M. R. (2009). Análisis de una praxeología matemática universitaria. *Relime*, 12(3). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362009000300002&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-24362009000300002&script=sci_arttext)
- Cornu, B. (1991). Limits. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking*. Springer.  
<https://doi.org/10.1108/978-1-60752-874-620251024>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.
- De la Cruz Sánchez, E. L. (2020). Un modelo epistemológico de referencia asociado al concepto del límite de una función real en un punto para una institución de nivel superior (Master's thesis, Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru)).
- Duval, R. (1993). *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif*.
- Duval, R. (1999). Representation, vision and visualization. <https://eric.ed.gov/?id=ed466379>
- Fajardo, J. (2024). Aproximación teórica a una didáctica orientada a identificar el conocimiento unitario y pragmático en la enseñanza de la definición de límite de una función (Tesis doctoral). Universidad Pedagógica Experimental Libertador.  
<https://www.espacio.digital.upel.edu.ve/index.php/TD/article/view/2411>
- Ramírez, P., y Prada, R. (2017). Obstáculos epistemológicos sobre los conceptos de límite y continuidad en cursos de cálculo diferencial en programas de ingeniería. *Revista*

- Perspectivas, 2(2), 109. Radatz, H. (1980). Students' errors in the learning of mathematics. *For the Learning of Mathematics*. <https://doi.org/10.22463/25909215.1316>
- Ramírez, H. A. (2012). Tipología de errores presentados por estudiantes de primer curso de matemáticas universitarias: (análisis epistemológico, didáctico y semiótico). <https://hdl.handle.net/1992/11851>
- Rojas, E. R. (2023). Impacto de los conocimientos previos de álgebra y aritmética en el aprendizaje de funciones de cálculo diferencial. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 14(27).  
DOI: <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1717>
- Sierpiska, A. (1985). Obstacles in the understanding of limits. *Educational Studies in Mathematics*.  
<https://www.jstor.org/stable/40247990#:~:text=https%3A//www.jstor.org/stable/40247990>
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Universidad de Antioquia.
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition. *Educational Studies in Mathematics*. <https://doi.org/10.1007/BF00305619>.
- Torres, A. E., y Uribe, J. M. (2025). Obstáculos epistemológicos y conflictos semióticos.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage.