



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 2
Abril-Junio 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 2
abril-junio 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

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. 2, abril-junio 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, 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 abril 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 2, 2026, abril-junio

DOI: <https://doi.org/10.71112/5633qt29>

**EL OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO DEL CONOCIMIENTO UNITARIO Y
PRAGMÁTICO EN EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE LÍMITE: UN MODELO
TEÓRICO PARA SU IDENTIFICACIÓN EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

**THE EPISTEMOLOGICAL OBSTACLE OF UNITARY AND PRAGMATIC
KNOWLEDGE IN LEARNING THE CONCEPT OF LIMIT: A THEORETICAL MODEL
FOR ITS IDENTIFICATION IN HIGHER EDUCATION**

Jorge Fajardo Molinares

Colombia

El obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático en el aprendizaje del concepto de límite: un modelo teórico para su identificación en la Educación Superior

The epistemological obstacle of unitary and pragmatic knowledge in learning the concept of limit: A theoretical model for its identification in Higher Education

Jorge Fajardo Molinares^{a,*}

jfajardo29@email.com

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

*Autor de correspondencia: jfajardo29@email.com, ^aInstitución Universitaria de Barranquilla, Colombia

RESUMEN

El concepto de límite es fundamental en el cálculo y en el pensamiento matemático avanzado; sin embargo, los estudiantes presentan dificultades persistentes asociadas al predominio del razonamiento procedimental y a la falta de comprensión conceptual. Este estudio propone un modelo teórico para identificar el conocimiento unitario y pragmático como un obstáculo epistemológico en el aprendizaje del límite en educación superior. Se desarrolló una investigación cualitativa interpretativa mediante tareas escritas, entrevistas semiestructuradas y observaciones de aula. Los resultados muestran que los estudiantes tienden a interpretar el límite a través de procedimientos algebraicos, presentan estructuras de conocimiento fragmentadas y confunden el límite con el valor de la función. Asimismo, las prácticas de enseñanza centradas en algoritmos contribuyen a reforzar este tipo de razonamiento. El

modelo integra dimensiones epistemológicas, cognitivas y didácticas, ofreciendo herramientas para analizar y abordar obstáculos epistemológicos en la enseñanza del cálculo.

Palabras clave: Educación en cálculo; obstáculos epistemológicos; concepto de límite; educación matemática; Conocimiento unitario y pragmático.

ABSTRACT

The concept of limit is fundamental to calculus and advanced mathematical thinking; however, students frequently experience persistent difficulties associated with procedural reasoning and limited conceptual understanding. This study proposes a theoretical model for identifying unitary and pragmatic knowledge as an epistemological obstacle in learning the concept of limit in higher education. A qualitative interpretative methodology was adopted, combining written tasks, semi-structured interviews, and classroom observations. The findings reveal that students tend to interpret limits mainly through algebraic procedures, develop fragmented knowledge structures, and frequently confuse the limit of a function with its value at a point. In addition, teaching practices focused on algorithmic problem-solving reinforce this type of reasoning. The proposed model integrates epistemological, cognitive, and didactical dimensions, providing analytical tools for understanding and addressing epistemological obstacles in calculus education.

Keywords: Limit concept; Epistemological obstacles; Mathematics education; Higher education; Unitary and pragmatic knowledge

Recibido: 12 mayo 2026 | Aceptado: 14 mayo 2026 | Publicado: 29 mayo 2026

INTRODUCCIÓN

El concepto de límite constituye un elemento fundamental del cálculo y del pensamiento matemático avanzado, desempeñando un papel central en el desarrollo de nociones clave como la continuidad, la derivada y la integral. A pesar de su importancia dentro de la educación matemática universitaria, un amplio cuerpo de investigación ha documentado de manera consistente dificultades persistentes en la comprensión de este concepto por parte de los estudiantes en diversos contextos educativos.

Estas dificultades no son meramente procedimentales, sino que reflejan desafíos conceptuales y epistemológicos más profundos. El aprendizaje del límite exige que los estudiantes se enfrenten a nociones abstractas como el infinito, la aproximación y la dependencia funcional, las cuales suelen entrar en conflicto con el conocimiento matemático previo y con el razonamiento intuitivo (Hitt, 2003). Como resultado, los estudiantes recurren con frecuencia a interpretaciones informales que divergen de las definiciones matemáticas formales.

Diversos estudios empíricos han mostrado que los estudiantes tienden a conceptualizar los límites como valores inalcanzables, fronteras o simples resultados obtenidos mediante sustitución, lo que evidencia una dependencia del razonamiento procedimental en lugar de una comprensión conceptual (Denbel, 2014). Estos hallazgos son consistentes con investigaciones más amplias en educación matemática, que señalan que el conocimiento de conceptos matemáticos avanzados suele ser fragmentado y basado en cálculos rutinarios, más que en estructuras conceptuales coherentes.

Desde una perspectiva epistemológica, estas dificultades pueden comprenderse a través de la noción de obstáculos epistemológicos, introducida originalmente por Gaston Bachelard y posteriormente desarrollada en la investigación en educación matemática. Esta perspectiva sostiene que la construcción del conocimiento implica superar formas previas de

pensamiento que, aunque inicialmente funcionales, se convierten en barreras para el desarrollo conceptual.

En el caso del concepto de límite, se han identificado diversos obstáculos epistemológicos, entre ellos las dificultades relacionadas con la comprensión del infinito, la coordinación de múltiples representaciones y la transición desde concepciones dinámicas hacia concepciones formales del límite (Sierpinska, 1985). Estos obstáculos no son incidentales, sino que están estructuralmente integrados tanto en el desarrollo histórico del concepto como en su transposición didáctica.

Asimismo, la investigación ha destacado el papel de las prácticas de enseñanza en la consolidación de estos obstáculos. Cuando la enseñanza del límite enfatiza los procedimientos algebraicos y la manipulación simbólica sin promover la comprensión conceptual, los estudiantes tienden a desarrollar estructuras de conocimiento que priorizan la eficiencia sobre el significado (Hitt & Páez, 2016). Esto genera una desconexión entre el éxito procedimental y la comprensión conceptual, fenómeno ampliamente documentado en la educación en cálculo (Guarín & Parada, 2023).

Patrones similares han sido identificados en otras áreas del aprendizaje matemático. Por ejemplo, investigaciones sobre números racionales muestran que estructuras de conocimiento previas, como el razonamiento basado en números enteros, pueden interferir en la comprensión de sistemas numéricos más complejos, lo que obliga a los estudiantes a inhibir respuestas automáticas pero inapropiadas. Este fenómeno ilustra cómo el conocimiento previamente adquirido, en lugar de facilitar el aprendizaje, puede actuar como una restricción cognitiva y epistemológica.

En este marco, resulta pertinente retomar una de las categorías propuestas por Bachelard: el conocimiento unitario y pragmático, entendido como una forma de conocimiento que reduce los fenómenos a su utilidad inmediata, privilegiando la eficacia procedimental sobre

la comprensión teórica (Manzano, 2017). Si bien este tipo de conocimiento puede ser funcional en contextos de resolución de problemas, puede obstaculizar el desarrollo de estructuras conceptuales más profundas cuando domina el razonamiento matemático de los estudiantes.

A pesar de su relevancia teórica, este tipo de obstáculo epistemológico ha recibido escasa atención en la investigación en educación matemática, particularmente en relación con el concepto de límite. Los estudios existentes se han centrado principalmente en marcos como la imagen y definición de concepto, o en teorías cognitivas como APOS, sin abordar explícitamente cómo el reduccionismo procedimental puede constituir un obstáculo específico en el proceso de aprendizaje.

Al mismo tiempo, investigaciones recientes han mostrado que la comprensión del límite está influenciada por múltiples factores interrelacionados, entre ellos las concepciones previas, la fluidez en el uso de representaciones y las condiciones de enseñanza (Arias, 2019). Estos factores contribuyen a la emergencia de estructuras de conocimiento híbridas que no son completamente explicadas por los modelos teóricos existentes.

En este contexto, se hace necesario desarrollar nuevos marcos conceptuales que permitan una caracterización más precisa de los obstáculos epistemológicos implicados en el aprendizaje del límite, particularmente aquellos asociados a la reducción del conocimiento matemático a herramientas procedimentales.

Marco Teórico

Investigación sobre el aprendizaje del concepto de límite

El concepto de límite ha sido ampliamente reconocido como uno de los temas más complejos y conceptualmente exigentes en la educación matemática universitaria. Su comprensión requiere la coordinación de múltiples ideas matemáticas, entre ellas el infinito, la aproximación, la dependencia funcional y la transición de procesos dinámicos a definiciones formales (Cornu, 1991; Tall, 1992).

Las primeras investigaciones sobre el aprendizaje del límite destacaron el papel de las concepciones intuitivas de los estudiantes en la configuración de su comprensión. Tall y Vinner (1981) introdujeron la distinción entre imagen conceptual y definición conceptual, argumentando que los estudiantes construyen representaciones mentales de los conceptos matemáticos que pueden diferir significativamente de las definiciones formales. En el caso del límite, los estudiantes suelen apoyarse en imágenes dinámicas de aproximación, las cuales pueden entrar en conflicto con la definición formal ϵ - δ .

De manera similar, Sierpinska (1985) analizó la complejidad epistemológica del concepto de límite y demostró que muchas de las dificultades que enfrentan los estudiantes reflejan obstáculos históricos en el desarrollo del cálculo. Entre estos se encuentran las dificultades relacionadas con la noción de infinito y la interpretación del límite como proceso frente a objeto estático.

Estudios posteriores han confirmado que los estudiantes presentan con frecuencia concepciones erróneas al trabajar con límites. Por ejemplo, pueden interpretar los límites como valores que finalmente se alcanzan, en lugar de entenderlos como propiedades relacionales que describen el comportamiento de las funciones cerca de un punto (Denbel, 2014). Otros estudios han evidenciado que los estudiantes tienden a apoyarse en la sustitución o en la manipulación algebraica sin comprender el significado conceptual subyacente (Hitt y Páez, 2016).

Investigaciones más recientes han enfatizado el papel de las múltiples representaciones en el desarrollo de la comprensión conceptual. Fernández et al. (2020) sostienen que la capacidad de coordinar representaciones gráficas, numéricas y simbólicas es esencial para construir una comprensión significativa del límite. Sin embargo, muchos estudiantes tienen dificultades para establecer conexiones entre estas representaciones, lo que conduce a estructuras de conocimiento fragmentadas.

Además, estudios realizados en contextos de educación superior han evidenciado una brecha persistente entre el desempeño procedimental y la comprensión conceptual. Los estudiantes pueden resolver con éxito problemas de límites mediante técnicas algebraicas, pero no logran interpretar el significado de los resultados (Guarín y Parada, 2023). Este fenómeno sugiere que el conocimiento procedimental no implica necesariamente una comprensión conceptual.

Obstáculos epistemológicos en la educación matemática

La noción de obstáculos epistemológicos constituye un marco poderoso para comprender las dificultades persistentes en el aprendizaje de los conceptos matemáticos. Introducida originalmente por Bachelard (2002), esta noción se refiere a formas de conocimiento que, aunque inicialmente útiles, se convierten en barreras para el desarrollo conceptual posterior.

En el campo de la educación matemática, Brousseau (1997) incorporó esta idea en la Teoría de las Situaciones Didácticas, enfatizando que el aprendizaje implica confrontar y transformar estructuras previas de conocimiento. Desde esta perspectiva, los obstáculos no son meramente errores, sino sistemas coherentes de razonamiento que requieren ser reorganizados.

En el contexto del concepto de límite, se han identificado diversos obstáculos epistemológicos. Cornu (1991) destacó las dificultades relacionadas con la comprensión del infinito, mientras que Sierpinska (1985) subrayó el papel de los conflictos epistemológicos entre concepciones intuitivas y formales.

Estos obstáculos están profundamente arraigados en la propia naturaleza del conocimiento matemático. Como señala Tall (1992), la transición hacia el pensamiento matemático avanzado requiere que los estudiantes pasen de un razonamiento intuitivo,

centrado en procesos, a un razonamiento formal, centrado en objetos. Esta transición suele estar acompañada de conflictos cognitivos que pueden dificultar el aprendizaje.

Además, los obstáculos epistemológicos no son exclusivamente de naturaleza cognitiva, sino que también están influenciados por factores didácticos. Las prácticas de enseñanza que enfatizan técnicas procedimentales pueden reforzar ciertas formas de razonamiento, al tiempo que limitan las oportunidades para desarrollar una comprensión conceptual (Hitt & Páez, 2016).

Comprensión instrumental y relacional en el aprendizaje del cálculo

Una perspectiva teórica importante para comprender las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje del cálculo es la distinción propuesta por Skemp (1976) entre comprensión instrumental y comprensión relacional.

La comprensión instrumental se refiere a la capacidad de aplicar reglas y procedimientos sin comprender su fundamento conceptual. En contraste, la comprensión relacional implica entender las conexiones entre las ideas matemáticas y comprender por qué funcionan los procedimientos.

En muchos contextos de enseñanza del cálculo, las prácticas pedagógicas tienden a priorizar la fluidez procedimental. Como resultado, los estudiantes pueden desarrollar una fuerte comprensión instrumental, pero carecer de una comprensión relacional de los conceptos matemáticos.

Diversas investigaciones han demostrado que este desequilibrio puede generar dificultades en la transferencia del conocimiento a nuevos contextos. Los estudiantes que dependen principalmente de estrategias procedimentales suelen presentar dificultades al enfrentarse a problemas no rutinarios que requieren razonamiento conceptual (Harel, 2021).

Asimismo, el predominio de la comprensión instrumental puede contribuir a la formación de estructuras de conocimiento fragmentadas, en las cuales las ideas matemáticas no se integran en un marco conceptual coherente.

Perspectivas teóricas sobre el aprendizaje conceptual en el cálculo

Más allá de la distinción entre comprensión instrumental y relacional, se han propuesto diversos marcos teóricos para explicar cómo los estudiantes aprenden conceptos matemáticos avanzados.

Uno de los marcos más influyentes es la teoría APOS (Acción–Proceso–Objeto–Esquema), que describe las etapas a través de las cuales se construye el conocimiento matemático (Dubinsky, 1991). Según esta teoría, los estudiantes inicialmente realizan acciones sobre objetos matemáticos, las cuales posteriormente se interiorizan como procesos y, finalmente, se encapsulan como objetos.

Otra perspectiva relevante es la teoría de Sfard (1991) sobre la naturaleza dual de las concepciones matemáticas, que distingue entre comprensiones operacionales y estructurales de los conceptos. Estas perspectivas enfatizan que el aprendizaje implica una transición desde acciones procedimentales hacia estructuras conceptuales.

Investigaciones recientes también han destacado el papel de la enseñanza orientada a la indagación y de los entornos de aprendizaje colaborativo en el desarrollo de la comprensión conceptual. Rasmussen et al. (2023) sostienen que los diseños instruccionales que promueven la exploración y la discusión pueden facilitar aprendizajes más profundos.

Adicionalmente, estudios en psicología cognitiva sugieren que el aprendizaje de conceptos complejos requiere la inhibición de conocimientos previos que pueden resultar inapropiados en nuevos contextos. Este fenómeno ha sido evidenciado en investigaciones sobre números racionales, donde los estudiantes deben inhibir el razonamiento basado en números enteros para construir nuevas estructuras conceptuales (Braithwaite & Siegler, 2021).

Conceptualización del conocimiento unitario y pragmático como obstáculo

epistemológico

Dentro de este panorama teórico, la noción de conocimiento unitario y pragmático emerge como un constructo relevante, aunque aún poco explorado. Este concepto, con raíces en la epistemología de Bachelard, se refiere a una forma de conocimiento que reduce los fenómenos a su utilidad inmediata, priorizando la eficacia operativa sobre la comprensión teórica (Manzano, 2017). En contextos educativos, este tipo de conocimiento puede manifestarse cuando los estudiantes interpretan los conceptos matemáticos principalmente como herramientas para la resolución de tareas.

En el caso del concepto de límite, el conocimiento unitario y pragmático puede llevar a los estudiantes a centrarse exclusivamente en procedimientos algebraicos, como la factorización o la sustitución, sin involucrarse con el significado conceptual del límite como propiedad relacional. De este modo, el concepto se reduce a una técnica de cálculo, perdiendo su riqueza teórica y su papel dentro de la estructura del pensamiento matemático.

A pesar de su relevancia teórica, este constructo no ha sido desarrollado formalmente dentro de la investigación en educación matemática, particularmente en relación con el aprendizaje del cálculo. Los marcos existentes, como la imagen y definición de concepto, la teoría APOS y los estudios sobre obstáculos epistemológicos, no abordan explícitamente la reducción del conocimiento matemático a su utilidad procedimental como una forma específica de obstáculo.

Esta ausencia en la literatura pone de manifiesto la necesidad de una conceptualización más precisa del conocimiento unitario y pragmático, así como de su papel en la configuración de la comprensión de los estudiantes sobre el concepto de límite.

Vacíos de investigación y posicionamiento teórico del estudio

La revisión de la literatura presentada anteriormente muestra que se han logrado avances significativos en la comprensión de las dificultades asociadas al aprendizaje del concepto de límite. No obstante, persisten varios vacíos de investigación.

En primer lugar, aunque los marcos teóricos existentes ofrecen aportes valiosos para comprender los procesos de razonamiento de los estudiantes, no explican de manera suficiente el papel del reduccionismo procedimental como un obstáculo epistemológico específico.

En segundo lugar, se evidencia la ausencia de modelos teóricos que integren de manera articulada las dimensiones epistemológica, cognitiva y didáctica en el análisis de las estructuras de conocimiento de los estudiantes.

En tercer lugar, el concepto de conocimiento unitario y pragmático no ha sido desarrollado ni operacionalizado sistemáticamente en el campo de la educación matemática, lo que limita su utilización como herramienta analítica en investigaciones empíricas.

En respuesta a estos vacíos, el presente estudio propone un modelo teórico para la identificación del obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático en el aprendizaje del concepto de límite.

Este modelo tiene como objetivos:

- proporcionar una definición formal del constructo;
- identificar indicadores observables en las producciones de los estudiantes;
- ofrecer un marco para el análisis del razonamiento matemático.

De este modo, el estudio contribuye al desarrollo de nuevas herramientas teóricas para la investigación en educación del cálculo, ampliando la comprensión de los procesos de aprendizaje y de las dificultades asociadas a conceptos matemáticos avanzados.

Hipótesis de investigación

El marco teórico presentado en la sección anterior sugiere que las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje del concepto de límite no se deben únicamente a limitaciones cognitivas, sino que están fuertemente influenciadas por la estructura del conocimiento que construyen. En particular, la noción de conocimiento unitario y pragmático ofrece una perspectiva para interpretar el razonamiento procedimental no simplemente como una deficiencia didáctica, sino como una estructura epistemológica estable que configura la comprensión de los estudiantes.

Desde esta perspectiva, la dependencia de los estudiantes en técnicas procedimentales en el cálculo puede entenderse como la manifestación de un obstáculo epistemológico, en el cual los conceptos matemáticos se reducen a herramientas para la resolución de tareas, en lugar de ser interpretados como elementos de un sistema conceptual coherente. Esta interpretación es consistente con investigaciones previas que señalan que la fluidez procedimental no implica necesariamente una comprensión conceptual (Skemp, 1976; Harel, 2021).

Asimismo, los estudios sobre el aprendizaje del límite han mostrado que los estudiantes desarrollan con frecuencia estructuras de conocimiento fragmentadas, en las cuales los procedimientos algebraicos, las representaciones gráficas y las interpretaciones conceptuales no se encuentran integrados (Tall y Vinner, 1981; Fernández et al., 2020). Esta fragmentación sugiere que el razonamiento de los estudiantes puede estar guiado por consideraciones pragmáticas más que por la coherencia conceptual.

Además, la literatura sobre obstáculos epistemológicos destaca que las formas previas de conocimiento pueden funcionar como barreras para el aprendizaje cuando no son reorganizadas en respuesta a nuevas exigencias conceptuales (Bachelard, 1987; Brousseau, 1997). En el caso del cálculo, las prácticas de enseñanza que enfatizan las técnicas

procedimentales pueden reforzar estas formas de conocimiento, estabilizándolas como modos dominantes de razonamiento (Hitt y Páez, 2016).

Con base en estas consideraciones teóricas, el presente estudio propone que el obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático puede ser identificado a través de patrones específicos de razonamiento, y que estos patrones se encuentran sistemáticamente relacionados con la comprensión que los estudiantes desarrollan sobre el concepto de límite.

Hipótesis general

H1.

Las dificultades de aprendizaje asociadas al concepto de límite en la educación superior están significativamente influenciadas por la presencia del obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático, el cual estructura el razonamiento de los estudiantes en torno a la eficiencia procedimental más que a la comprensión conceptual.

Esta hipótesis se fundamenta en el supuesto de que las estructuras de conocimiento de los estudiantes no son neutrales, sino que reflejan orientaciones epistemológicas subyacentes que guían su interpretación de los conceptos matemáticos (Sfard, 1991; Rasmussen y Ellis, 2022).

Hipótesis específicas

H2. Hipótesis del reduccionismo procedimental

Los estudiantes que manifiestan conocimiento unitario y pragmático tienden a interpretar los límites principalmente como procedimientos algebraicos, en lugar de comprenderlos como propiedades relacionales que describen el comportamiento de las funciones.

Esta hipótesis se apoya en estudios que evidencian que los estudiantes suelen recurrir a la manipulación simbólica sin involucrarse en el razonamiento conceptual (Denbel, 2014; Hitt y Páez, 2016).

Hipótesis de la fragmentación

El conocimiento unitario y pragmático se asocia con estructuras de conocimiento fragmentadas, en las cuales los estudiantes no logran coordinar múltiples representaciones del concepto de límite (simbólica, gráfica y numérica).

Esta hipótesis es consistente con investigaciones que destacan la importancia de la coordinación de representaciones para el desarrollo de la comprensión conceptual (Fernández et al., 2020).

Hipótesis de la confusión conceptual

Los estudiantes influenciados por el conocimiento unitario y pragmático tienden a confundir el límite de una función con el valor de la función en un punto.

Esta confusión ha sido ampliamente documentada en la literatura como una dificultad persistente en el aprendizaje del cálculo (Sierpinska, 1985; Cornu, 1991).

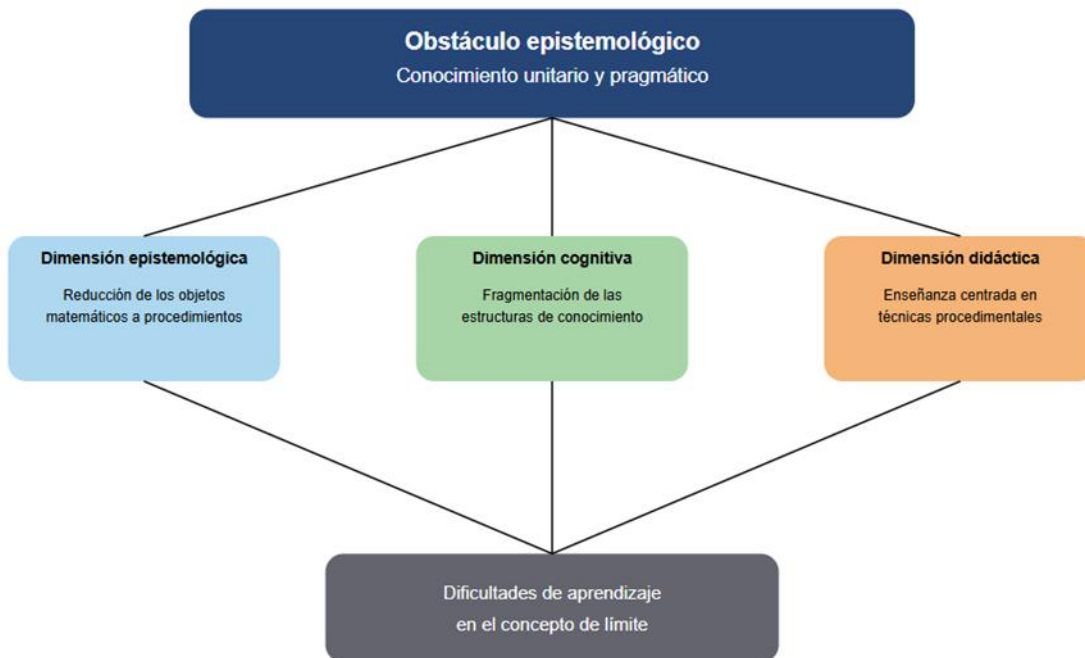
Hipótesis del refuerzo didáctico

Las prácticas de enseñanza que priorizan la resolución procedimental de problemas contribuyen a la consolidación del conocimiento unitario y pragmático como forma dominante de razonamiento.

Esta hipótesis se sustenta en investigaciones que muestran que las prácticas pedagógicas influyen significativamente en el tipo de conocimiento que construyen los estudiantes (Brousseau, 1997; Harel, 2021).

Figura 1

Modelo teórico del conocimiento unitario y pragmático como obstáculo epistemológico.



Nota. Elaboración propia.

Modelo teórico de las hipótesis de investigación

Las hipótesis propuestas en este estudio pueden integrarse en un modelo conceptual que describe las relaciones entre factores epistemológicos, cognitivos y didácticos.

Interpretación del modelo

El modelo sugiere que el obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático emerge de la interacción entre tres dimensiones:

- Dimensión epistemológica: reducción de los objetos matemáticos a procedimientos.
- Dimensión cognitiva: estructuras de razonamiento fragmentadas.
- Dimensión didáctica: prácticas de enseñanza centradas en técnicas procedimentales.

Estas dimensiones interactúan para producir dificultades específicas de aprendizaje, las cuales se reflejan en las hipótesis planteadas anteriormente.

El modelo también implica que la superación de estas dificultades requiere intervenciones que no solo aborden los procesos cognitivos de los estudiantes, sino también las condiciones epistemológicas y didácticas en las que tiene lugar el aprendizaje.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

Este estudio adopta un diseño de investigación cualitativo de carácter interpretativo, orientado al análisis de la naturaleza epistemológica del razonamiento de los estudiantes en el aprendizaje del concepto de límite.

Los enfoques cualitativos resultan particularmente adecuados para investigar la comprensión conceptual en matemáticas, ya que permiten un análisis profundo de cómo los estudiantes construyen significados y organizan sus estructuras de conocimiento (Creswell & Poth, 2018). En el contexto de este estudio, el objetivo no es medir el rendimiento de manera cuantitativa, sino interpretar las formas de razonamiento que evidencian la presencia del obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático.

El estudio se fundamenta en un paradigma interpretativo, el cual asume que el conocimiento se construye a través de la interacción y que el significado emerge del análisis del discurso y de las acciones de los participantes (Erickson, 1986).

Contexto de la investigación y participantes

La investigación se llevó a cabo en el contexto de la educación matemática universitaria, específicamente en cursos introductorios de cálculo en educación superior.

Los participantes fueron estudiantes matriculados en cursos de cálculo de primer año universitario. Estos estudiantes habían culminado la educación secundaria y se encontraban enfrentando por primera vez el estudio formal del concepto de límite.

Se empleó una estrategia de muestreo intencional para seleccionar participantes cuyas respuestas pudieran aportar información rica sobre diferentes formas de razonamiento (Patton, 2002). Esto permitió identificar diversas manifestaciones del obstáculo epistemológico objeto de estudio.

Instrumentos de recolección de datos

Los datos fueron recolectados mediante tres instrumentos complementarios, diseñados para captar tanto los aspectos procedimentales como conceptuales del razonamiento de los estudiantes.

Tareas escritas

Se solicitó a los estudiantes resolver un conjunto de problemas de límites que involucraban:

- expresiones algebraicas;
- interpretaciones gráficas;
- explicaciones conceptuales.

Estas tareas fueron diseñadas con el propósito de evidenciar si los estudiantes interpretaban el concepto de límite desde una perspectiva procedimental o conceptual.

Entrevistas semiestructuradas

Se realizaron entrevistas semiestructuradas con el fin de explorar en profundidad los procesos de razonamiento de los estudiantes.

Este método permite acceder a las interpretaciones, explicaciones y justificaciones de los estudiantes, las cuales no siempre son evidentes en sus respuestas escritas (Kvale, 2007).

Observaciones de aula

Se llevaron a cabo observaciones en el aula con el objetivo de analizar el contexto didáctico en el que se construye el conocimiento de los estudiantes.

Se prestó especial atención a:

- las prácticas de enseñanza;
- los tipos de tareas propuestas;
- el énfasis en la comprensión procedimental frente a la conceptual.

Estas observaciones permitieron obtener información relevante sobre la dimensión didáctica del obstáculo epistemológico (Brousseau, 1997).

Análisis de datos

El análisis de los datos siguió un proceso de codificación cualitativa que combinó enfoques inductivos y deductivos.

En primer lugar, se llevó a cabo una fase de codificación abierta con el propósito de identificar patrones en las respuestas de los estudiantes (Strauss y Corbin, 1998). Esta fase permitió la emergencia de categorías fundamentadas en los datos, sin imponer estructuras analíticas previas.

En segundo lugar, se desarrolló una fase de codificación teórica, guiada por el marco conceptual de los obstáculos epistemológicos y del conocimiento unitario-pragmático. Esta etapa permitió interpretar los datos a la luz de los constructos teóricos que orientan el estudio.

A partir de este proceso, se definieron las siguientes categorías de análisis:

- reducción procedimental de los objetos matemáticos;
- fragmentación de las estructuras de conocimiento;
- confusión entre el límite y el valor de la función;
- predominio del razonamiento procedimental.

Estas categorías se corresponden con las dimensiones propuestas en el modelo teórico, lo que permitió establecer una articulación coherente entre los datos empíricos y el marco conceptual de la investigación.

Figura 2

Diseño metodológico del estudio.



Nota. Elaboración propia.

Validez y confiabilidad

Para garantizar el rigor del estudio, se implementaron diversas estrategias:

- triangulación de fuentes de datos (tareas, entrevistas, observaciones);
- proceso iterativo de codificación;
- saturación teórica de las categorías.

Estas estrategias fortalecen la credibilidad y la consistencia de los resultados en la investigación cualitativa (Lincoln y Guba, 1985).

Consideraciones éticas

La participación en el estudio fue voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes.

Los datos fueron anonimizados con el fin de proteger la identidad de los participantes, y la investigación se desarrolló conforme a los estándares éticos de la investigación educativa.

Articulación con las hipótesis de investigación

El diseño metodológico se encuentra alineado con las hipótesis de investigación al permitir la identificación de:

- el reduccionismo procedimental (H2) → mediante las tareas escritas;
- la fragmentación del conocimiento (H3) → mediante el análisis cruzado de representaciones;
- la confusión conceptual (H4) → mediante las entrevistas;
- el refuerzo didáctico (H5) → mediante las observaciones de aula.

Esta articulación garantiza la coherencia entre el marco teórico y el análisis empírico del estudio.

RESULTADOS

Panorama general de los hallazgos

El análisis de las respuestas escritas de los estudiantes, los datos obtenidos en las entrevistas y las observaciones de aula permitió identificar patrones consistentes de razonamiento que se alinean con el constructo teórico propuesto de conocimiento unitario y pragmático. Estos patrones no se presentaron como ocurrencias aisladas, sino que aparecieron de manera sistemática en distintos participantes y contextos, lo que sugiere la presencia de una estructura epistemológica estable que influye en la comprensión del concepto de límite por parte de los estudiantes.

Los resultados se organizan en función de las categorías analíticas derivadas del marco teórico y alineadas con las hipótesis de investigación. En particular, los hallazgos ofrecen evidencia empírica que respalda:

- el reduccionismo procedimental (H2);
- la fragmentación de las estructuras de conocimiento (H3);
- la confusión conceptual entre el límite y el valor de la función (H4);
- el refuerzo didáctico del razonamiento procedimental (H5).

Estas categorías, consideradas de manera conjunta, permiten comprender cómo opera el obstáculo epistemológico en el proceso de aprendizaje, evidenciando que las dificultades de los estudiantes no son únicamente de carácter cognitivo, sino que responden a formas específicas de organización del conocimiento matemático.

Reducción procedimental del concepto de límite

Uno de los hallazgos más destacados fue el predominio de interpretaciones procedimentales del concepto de límite. En las tareas escritas, la mayoría de los estudiantes abordó los problemas de límites exclusivamente a través de la manipulación algebraica, centrando su atención en técnicas como la factorización, la simplificación de términos o la sustitución de valores.

Por ejemplo, al resolver expresiones racionales que involucraban formas indeterminadas, los estudiantes aplicaron de manera sistemática procedimientos algebraicos sin hacer referencia al significado conceptual del límite. En las entrevistas, varios participantes describieron el límite como “el resultado después de simplificar la expresión”, lo que evidencia una reducción del concepto a un proceso de cálculo.

Este patrón confirma hallazgos previos en la literatura, que señalan que los estudiantes tienden a asociar los límites con procedimientos algorítmicos más que con estructuras conceptuales (Denbel, 2014; Hitt y Páez, 2016). Desde una perspectiva

epistemológica, esta reducción refleja un desplazamiento desde la comprensión de los objetos matemáticos como entidades relacionales hacia su interpretación como herramientas para la resolución de tareas.

Estos resultados respaldan la Hipótesis 2, sugiriendo que el reduccionismo procedimental constituye una manifestación central del conocimiento

Fragmentación de las estructuras de conocimiento

Un segundo hallazgo clave fue la fragmentación del conocimiento matemático de los estudiantes. Si bien muchos lograban realizar manipulaciones simbólicas de manera correcta, con frecuencia no conseguían conectar estos procedimientos con representaciones gráficas o numéricas.

Por ejemplo, al solicitarles interpretar el comportamiento de una función cerca de un punto, varios estudiantes proporcionaron respuestas algebraicamente correctas, pero no fueron capaces de explicar el comportamiento correspondiente en el plano gráfico. De manera similar, presentaron dificultades para relacionar tablas de valores con el concepto de límite.

Esta falta de coordinación entre representaciones indica que las estructuras de conocimiento de los estudiantes no se encontraban integradas en un marco conceptual coherente. Por el contrario, el conocimiento parecía organizado en torno a procedimientos aislados.

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones que destacan la importancia de la coordinación de representaciones en el desarrollo de la comprensión conceptual (Fernández et al., 2020). Asimismo, se alinean con la idea de que las estructuras de conocimiento fragmentadas son características de entornos de aprendizaje centrados en lo procedimental (Tall y Vinner, 1981).

En este sentido, los resultados proporcionan evidencia empírica que respalda la Hipótesis 3, mostrando que el conocimiento unitario y pragmático se asocia con formas de razonamiento fragmentadas.

Confusión conceptual entre el límite y el valor de la función

Otro hallazgo significativo fue la persistente confusión entre el límite de una función y el valor de la función en un punto.

En diversos casos, los estudiantes asumieron que el límite de una función en un punto dado debía coincidir necesariamente con el valor de la función en dicho punto. Esta suposición fue particularmente evidente en tareas que involucraban discontinuidades removibles.

Durante las entrevistas, algunos estudiantes afirmaron explícitamente que “el límite es el valor que se obtiene al reemplazar el número”, lo que evidencia una dependencia de la sustitución como método principal para comprender el concepto de límite.

Esta concepción errónea ha sido ampliamente documentada en la literatura (Sierpiska, 1985; Cornu, 1991) y refleja una dificultad más profunda para concebir el límite como una propiedad relacional, en lugar de un resultado numérico.

Desde la perspectiva de este estudio, esta confusión puede interpretarse como una consecuencia del conocimiento unitario y pragmático, en el cual los conceptos matemáticos se reducen a reglas operativas.

Estos resultados respaldan la Hipótesis 4, destacando la confusión conceptual como una manifestación clave del obstáculo epistemológico.

Refuerzo didáctico del razonamiento procedimental

El análisis de las observaciones de aula reveló que las prácticas de enseñanza desempeñan un papel significativo en el refuerzo de los patrones de razonamiento procedimental.

En las clases observadas, la enseñanza estuvo centrada principalmente en la demostración de técnicas algebraicas para la resolución de problemas de límites. Se promovió que los estudiantes aplicaran reglas y algoritmos, pero se otorgó escasa atención a las explicaciones conceptuales o a tareas de interpretación.

Por ejemplo, los docentes enfatizaban con frecuencia los procedimientos paso a paso para simplificar expresiones, pero rara vez involucraban a los estudiantes en discusiones sobre el significado del límite o su interpretación gráfica.

Este énfasis didáctico parece contribuir a la consolidación del conocimiento unitario y pragmático como forma dominante de razonamiento. Los estudiantes interiorizan la idea de que el éxito en matemáticas se define por la capacidad de aplicar procedimientos de manera eficiente, más que por la comprensión de los conceptos subyacentes.

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas que muestran que las prácticas de enseñanza influyen significativamente en el tipo de conocimiento que los estudiantes construyen (Brousseau, 1997; Harel, 2021).

Por tanto, los resultados proporcionan un sólido respaldo a la Hipótesis 5, indicando que los factores didácticos desempeñan un papel crucial en la emergencia y estabilización del obstáculo epistemológico.

Interpretación integrada de los resultados

En conjunto, los resultados sugieren que el obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático opera como una estructura multidimensional que configura el razonamiento de los estudiantes de manera sistemática.

- A nivel epistemológico, los conceptos matemáticos se reducen a procedimientos.
- A nivel cognitivo, las estructuras de conocimiento se fragmentan y presentan escasa integración.

- A nivel didáctico, las prácticas de enseñanza refuerzan enfoques centrados en lo procedimental.

Estas dimensiones interactúan entre sí para producir las dificultades de aprendizaje observadas en el concepto de límite.

De manera importante, los hallazgos indican que dichas dificultades no pueden explicarse únicamente por limitaciones cognitivas individuales. Por el contrario, reflejan la interacción entre los procesos de razonamiento de los estudiantes y el entorno educativo en el que se desarrolla el aprendizaje.

Esta interpretación se alinea con investigaciones contemporáneas en educación matemática, que enfatizan la importancia de considerar los factores epistemológicos y didácticos en el análisis de los procesos de aprendizaje (Rasmussen y Ellis, 2022).

DISCUSIÓN

Síntesis de los principales hallazgos

El propósito de este estudio fue proponer y explorar empíricamente un modelo teórico para la identificación del obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático en el aprendizaje del concepto de límite en la educación superior.

Los resultados revelaron patrones consistentes de razonamiento entre los participantes, confirmando que las dificultades de los estudiantes en la comprensión del límite no se reducen a concepciones erróneas aisladas, sino que están estructuradas por una orientación epistemológica más amplia. En particular, se identificaron cuatro resultados principales:

1. Una marcada tendencia hacia el reduccionismo procedimental, en la cual los límites son interpretados principalmente como procedimientos algebraicos.

2. La presencia de estructuras de conocimiento fragmentadas, caracterizadas por la falta de coordinación entre representaciones simbólicas, gráficas y numéricas.
3. Una persistente confusión conceptual entre el límite de una función y el valor de la función en un punto.
4. El refuerzo didáctico del razonamiento procedimental a través de prácticas de enseñanza centradas en la resolución algorítmica de problemas.

Estos hallazgos proporcionan evidencia empírica que respalda las hipótesis planteadas y validan el modelo teórico desarrollado en este estudio.

Discusión en relación con investigaciones previas

Los resultados de este estudio son consistentes con un amplio cuerpo de investigación en educación matemática que ha documentado las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje del concepto de límite.

En primer lugar, el predominio del razonamiento procedimental observado en este estudio se alinea con la noción de comprensión instrumental propuesta por Skemp (1976), según la cual los estudiantes aprenden a aplicar reglas sin comprender sus fundamentos conceptuales. Hallazgos similares han sido reportados en investigaciones que muestran que los estudiantes pueden realizar cálculos correctamente sin alcanzar una comprensión significativa de los conceptos matemáticos (Harel, 2021).

En segundo lugar, la fragmentación de las estructuras de conocimiento identificada en este estudio confirma investigaciones previas que destacan la importancia de la coordinación de representaciones en el aprendizaje conceptual. Fernández et al. (2020) demostraron que los estudiantes que no logran articular representaciones simbólicas, gráficas y numéricas tienden a desarrollar comprensiones incompletas o superficiales del concepto de límite.

En tercer lugar, la confusión entre el límite y el valor de la función corresponde a concepciones erróneas ampliamente documentadas en la literatura. Sierpinska (1985) y Cornu

(1991) identificaron este problema como un obstáculo epistemológico central, relacionado con la dificultad de comprender el límite como una propiedad relacional y no como un resultado numérico.

No obstante, aunque estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas, el presente estudio amplía la literatura al ofrecer una interpretación teórica unificada de estas dificultades a través del concepto de conocimiento unitario y pragmático.

Contribución del concepto de conocimiento unitario y pragmático

Una de las principales contribuciones de este estudio es la conceptualización formal del conocimiento unitario y pragmático como un obstáculo epistemológico específico en el aprendizaje del concepto de límite.

A diferencia de marcos existentes, tales como:

- la imagen conceptual y la definición conceptual (Tall y Vinner, 1981);
- la teoría APOS (Dubinsky, 1991);
- los obstáculos epistemológicos clásicos (Sierpinska, 1985);

el concepto propuesto en este estudio aborda de manera explícita la reducción del conocimiento matemático a su utilidad procedimental.

Desde esta perspectiva, el razonamiento procedimental no se entiende únicamente como una limitación cognitiva, sino como una forma estructurada de conocimiento configurada por:

- la simplificación epistemológica;
- la organización cognitiva del conocimiento;
- las prácticas didácticas.

Esto permite comprender de manera más integral por qué los estudiantes recurren persistentemente a procedimientos, incluso después de haber recibido instrucción formal.

Asimismo, el modelo propuesto integra tres dimensiones:

- epistemológica (reducción de los objetos matemáticos);
- cognitiva (razonamiento fragmentado);
- didáctica (refuerzo instruccional).

Este enfoque multidimensional ofrece una explicación más completa de las dificultades de aprendizaje de los estudiantes.

Interpretación epistemológica de los hallazgos

Desde una perspectiva epistemológica, los resultados pueden interpretarse como evidencia de la persistencia de formas previas de conocimiento que no son adecuadamente reorganizadas durante el proceso de aprendizaje.

De acuerdo con Bachelard (1987), el conocimiento científico se desarrolla mediante la superación de obstáculos epistemológicos. En el contexto de la educación en cálculo, los estudiantes deben transitar desde un razonamiento procedimental e intuitivo hacia una comprensión formal y relacional.

No obstante, los hallazgos sugieren que esta transición suele ser incompleta. En lugar de sustituir el razonamiento procedimental, los estudiantes tienden a incorporar nuevas técnicas dentro de estructuras previas, dando lugar a formas híbridas de conocimiento que permanecen fundamentalmente pragmáticas.

Esta interpretación es coherente con la perspectiva de Brousseau (1997), quien sostiene que el aprendizaje implica la transformación de las estructuras de conocimiento previas, más que su simple acumulación.

Implicaciones didácticas de los hallazgos

Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la enseñanza del cálculo.

En primer lugar, los hallazgos sugieren que las prácticas de enseñanza centradas principalmente en técnicas procedimentales pueden contribuir al desarrollo del conocimiento

unitario y pragmático. Cuando los estudiantes son evaluados en función de su capacidad para obtener respuestas correctas, tienden a interpretar las matemáticas como un conjunto de reglas, más que como un sistema de conceptos.

En segundo lugar, la falta de coordinación entre representaciones evidenciada en este estudio pone de manifiesto la necesidad de enfoques didácticos que integren explícitamente múltiples representaciones de los conceptos matemáticos.

En tercer lugar, la persistencia de concepciones erróneas indica que las estrategias de enseñanza deben incluir oportunidades para que los estudiantes enfrenten y resuelvan conflictos epistemológicos.

Estas implicaciones son coherentes con investigaciones que destacan la importancia de los entornos de aprendizaje basados en la indagación y de las discusiones conceptuales en la educación matemática (Rasmussen et al., 2023).

Limitaciones y líneas futuras de investigación

Si bien los resultados de este estudio proporcionan un sólido respaldo al modelo teórico propuesto, es importante reconocer algunas limitaciones.

En primer lugar, el estudio se desarrolló en un contexto educativo específico, lo que puede limitar la generalización de los resultados.

En segundo lugar, el diseño cualitativo, aunque adecuado para explorar la comprensión conceptual, no permite una generalización estadística.

Las futuras investigaciones podrían ampliar este trabajo mediante:

- la aplicación del modelo en diferentes contextos educativos;
- el desarrollo de instrumentos cuantitativos para medir el conocimiento unitario-pragmático;
- la exploración de intervenciones didácticas orientadas a superar este obstáculo.

Asimismo, sería pertinente investigar si estructuras epistemológicas similares se presentan en otras áreas de las matemáticas avanzadas.

CONCLUSIONES

Este estudio tuvo como propósito desarrollar y fundamentar teóricamente un modelo para la identificación del obstáculo epistemológico del conocimiento unitario y pragmático en el aprendizaje del concepto de límite en la educación superior. Al integrar perspectivas epistemológicas, cognitivas y didácticas, la investigación ofrece un marco comprensivo para analizar cómo se estructura el razonamiento de los estudiantes al enfrentarse a uno de los conceptos más fundamentales del cálculo.

Los resultados indican que las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje del límite no pueden explicarse completamente a partir de concepciones erróneas aisladas o vacíos en el conocimiento procedimental. Por el contrario, estas dificultades se encuentran inscritas en una estructura epistemológica más amplia, caracterizada por la reducción de los conceptos matemáticos a herramientas procedimentales. Esta forma de conocimiento, conceptualizada en este estudio como conocimiento unitario y pragmático, configura de manera sistemática el razonamiento de los estudiantes, dando lugar al reduccionismo procedimental, a estructuras de conocimiento fragmentadas y a persistentes malentendidos conceptuales.

Una contribución central de este trabajo radica en la formalización del conocimiento unitario y pragmático como un obstáculo epistemológico específico en el campo de la educación matemática. Mientras que marcos teóricos previos han abordado distintos aspectos del razonamiento de los estudiantes —como las imágenes conceptuales, el desarrollo cognitivo o las dificultades de representación—, no han considerado explícitamente el papel del reduccionismo procedimental como principio estructurante del conocimiento. El modelo

propuesto en este estudio responde a este vacío al ofrecer una perspectiva multidimensional que articula supuestos epistemológicos, procesos cognitivos y condiciones didácticas.

Desde una perspectiva teórica, este trabajo amplía la noción de obstáculo epistemológico al proporcionar una caracterización más precisa de cómo ciertas formas de conocimiento, aunque funcionales en contextos específicos, pueden limitar el desarrollo del pensamiento matemático avanzado. En particular, se pone de relieve la importancia de analizar no solo qué saben los estudiantes, sino cómo se organiza ese conocimiento y qué supuestos epistemológicos subyacen a su razonamiento.

Desde el punto de vista didáctico, el estudio subraya la necesidad de replantear las prácticas de enseñanza en la educación en cálculo. El predominio de enfoques centrados en lo procedimental puede, de manera inadvertida, reforzar el obstáculo epistemológico identificado. En consecuencia, se hace necesario diseñar entornos de aprendizaje que promuevan la integración conceptual, favorezcan la coordinación de múltiples representaciones y estimulen un razonamiento matemático reflexivo.

Asimismo, el modelo propuesto ofrece un conjunto de herramientas analíticas que pueden ser utilizadas por investigadores y docentes para identificar la presencia del conocimiento unitario y pragmático en el razonamiento de los estudiantes. Estas herramientas pueden orientar tanto el diseño de intervenciones didácticas como la construcción de estrategias de evaluación que trasciendan el desempeño procedimental.

A pesar de sus aportes, este estudio presenta algunas limitaciones. Los resultados se basan en un análisis cualitativo realizado en un contexto educativo específico, lo cual puede restringir su generalización. Investigaciones futuras deberían explorar la aplicabilidad del modelo en diferentes contextos institucionales y culturales. Asimismo, el desarrollo de instrumentos cuantitativos para medir el conocimiento unitario y pragmático constituye una línea relevante de investigación futura.

Otra línea prometedora de investigación consiste en el diseño y evaluación de intervenciones didácticas orientadas a superar este obstáculo epistemológico. Dichas intervenciones podrían centrarse en el desarrollo de la comprensión relacional, en el fortalecimiento de la conciencia epistemológica y en la creación de oportunidades para que los estudiantes interactúen con los conceptos matemáticos a un nivel más profundo.

Finalmente, el concepto de conocimiento unitario y pragmático puede tener implicaciones más amplias que trascienden el aprendizaje del límite. Estudios futuros podrían explorar su presencia en otras áreas de las matemáticas avanzadas, como las ecuaciones diferenciales, el álgebra lineal o el análisis real, donde también se observan patrones similares de razonamiento procedimental.

En conclusión, este estudio contribuye al campo de la educación matemática al introducir un constructo teórico novedoso y proporcionar un marco para comprender las dimensiones epistemológicas de los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Al desplazar el foco desde los errores hacia las estructuras subyacentes del conocimiento, se abren nuevas vías para la investigación y la práctica educativa orientadas a promover una comprensión matemática más profunda y significativa en la educación superior.

Declaración de conflicto de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

REFERENCIAS

Arias Balarezo, A. L. (2019). Análisis de la comprensión del concepto de límite de una función en un punto en estudiantes ecuatorianos [Tesis de maestría, Universidad de Alicante]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=242351>

- Bachelard, G. (2002). The formation of the scientific mind. . *Clinamen Press*
<https://philarchive.org/rec/BACTFO-3>.
- Braithwaite, D. W., & Siegler, R. S. (2021). Putting fractions together. . *Nature Reviews Psychology*, , 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.1111/cogs.13048>
- Brousseau, G. (1997). Theory of didactical situations in mathematics. . *Kluwer Academic Publishers*. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1005>
- Cornu, B. (1991). Limits. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* . (pp. 153–166). Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-47203-1_10
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. . (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/qualitative-inquiry-and-research-design/book266033#description>
- Denbel, D. G. (2014). Students' misconceptions of the limit concept in a first calculus course. *Journal of Education and Practice*, , 5(34), 12–20.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1083781.pdf>
- Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. In D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking*. Springer. <https://doi.org/10.1007/0-306-47203-1>
- Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching*. Macmillan.
https://books.google.com/books/about/Handbook_of_Research_on_Teaching.html?id=EJFAQAAIAAJ
- Fernández, C., Sánchez, G., & Moreno, M. . (2020). Understanding limits through multiple representations. . *Educational Studies in Mathematics*, , 104(2), 205–223.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-024-01573-z>

- Guarín, S. A., & Parada, S. E. . (2023). Comprensión del concepto de límite de una función en estudiantes de educación superior. . *Educación Matemática*, , 35(1), 45–68. <https://www.revista-educacion-matematica.org.mx/>
- Harel, G. (2021). Intellectual need and mathematical reasoning. . *Educational Studies in Mathematics*, , 106(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09978-y>
- Hitt, F. (2003). Dificultades en el aprendizaje del cálculo. . *Universidad Autónoma de México*.
- Hitt, F., & Páez, R. . (2016). Dificultades en el aprendizaje del concepto de límite y su enseñanza. . *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, , 19(2), 123–145. <https://www.relime.org/index.php/relime>
- Kvale, S. (2007). *Doing interviews*. Sage. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/doing-interviews/book225292>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. . (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/naturalistic-inquiry/book842>
- Manzano Martínez, H. A. (2017). El infinito: un obstáculo epistemológico recurrente en el aprendizaje del cálculo. *Universidad Pedagógica Nacional*. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1012>
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-research-evaluation-methods/book232962>
- Rasmussen, C., & Ellis, A. . (2022). Instructional design in undergraduate mathematics education. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*. 8, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s40753-022-00174-4>
- Rasmussen, C., Biza, I., & Giraldo, V. . (2023). Advances in research on tertiary mathematics education. . *ZDM Mathematics Education*, , 55, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01458-z>

- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions. . *Educational Studies in Mathematics*, , 22(1), 1–36. <https://doi.org/10.1007/BF00302715>
- Sierpinska, A. (1985). Obstacles épistémologiques relatifs à la notion de limite. . *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 6(1), 5–67. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=12037724>
- Skemp, R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. . *Mathematics Teaching*, , 77, 20–26. <https://mathatelier8.files.wordpress.com/2015/01/skemp.pdf>
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research. Sage. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/basics-of-qualitative-research/book235578>
- Tall, D. (1992). The transition to advanced mathematical thinking. *Educational Studies in Mathematics*,. 23(5), 495–511. <https://doi.org/10.1007/BF00305839>
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition. . *Educational Studies in Mathematics*, , 12(2), 151–169. <https://doi.org/10.1007/BF00305619>.