

## El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de límite de función

Problem-based learning as a didactic strategy for teaching function limits

William Cristóbal Naranjo Sagñay <sup>1</sup>

Elsa Patricia Contreras Sánchez <sup>2</sup>

Diego Sornoza Parrales <sup>3</sup>

Dimas Geovanny Vera Pisco <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador. Correo: william.naranjo@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-1318-7589>.

<sup>2</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador. Correo: elsa.contreras@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-3601-5946>.

<sup>3</sup>Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo: diego.sornoza@unesum.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9319-9298>.

<sup>4</sup>Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador / Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. Correo: dimas.vera@unesum.edu.ec, Correo: dverap@uees.edu.ec, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3524-0907>.

**Contacto:** [william.naranjo@uees.edu.ec](mailto:william.naranjo@uees.edu.ec)

**Recibido: 25-05-2024 Aprobado:18-10-2024**

### Resumen

Esta investigación evalúa la implementación del Aprendizaje Basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica para la enseñanza de los límites de funciones en estudiantes de Bachillerato General Unificado (BGU) en la Unidad Educativa Pedro Carbo. Mediante un diseño cuasiexperimental, se compararon dos grupos: Un Grupo Experimental (GE) de 22 estudiantes, expuesto al ABP, y un Grupo Control (GC) de 20 estudiantes, que siguió el método tradicional de enseñanza. Los resultados muestran que el GE tuvo una mejora significativa en el rendimiento académico tras la intervención, validada por un análisis estadístico que utilizó la prueba t de Student. El estudio concluye que el ABP no solo mejora el rendimiento en matemáticas, sino que también promueve el desarrollo de habilidades esenciales como la resolución de problemas, la toma de decisiones, y el trabajo en equipo. Además, se proporcionan recomendaciones para la integración efectiva del ABP en el currículo educativo, incluyendo la formación docente y el diseño contextualizado de problemas. La investigación contribuye al campo educativo al demostrar la eficacia del ABP en el aprendizaje de límites de funciones y su potencial para transformar la enseñanza de las matemáticas en un proceso más interactivo y significativo.

**Palabras clave:** Aprendizaje Basado en Problemas, enseñanza-aprendizaje de matemáticas, límites de funciones, rendimiento académico, formación docente.

### Abstract

This research evaluates the implementation of Problem-Based Learning (PBL) as a didactic strategy for teaching the limits of functions in Unified General Baccalaureate (BGU) students at the Pedro Carbo Educational Unit. Using a quasi-experimental design, two groups were compared: An Experimental Group (EG) of 22 students, exposed to PBL, and a Control Group (CG) of 20 students, which followed the traditional teaching method. The results show that the EG had a significant improvement in academic performance after the intervention, validated by a

statistical analysis using the student t test. The study concludes that PBL not only improves mathematics performance, but also promotes the development of essential skills such as problem solving, decision making and teamwork. Additionally, recommendations are provided for the effective integration of PBL into the educational curriculum, including teacher training and contextualized problem design. The research contributes to the educational field by demonstrating the effectiveness of PBL in learning limits of functions and its potential to transform mathematics teaching into a more interactive and meaningful process

**Keywords:** Problem-Based Learning, mathematics teaching-learning, function limits, academic performance, teacher training.

## **Introducción**

Las matemáticas como ciencia cuantitativa, han sido cruciales para el desarrollo de la humanidad desde su creación. Hoy en día, dominar las matemáticas es esencial para abordar los desafíos del mundo moderno, desde la comprensión de los fenómenos científicos hasta la toma de decisiones informadas en diversos campos. Sin embargo, la instrucción tradicional de matemáticas a menudo plantea dificultades para muchos estudiantes, que la perciben como una asignatura abstracta con poca relevancia para su vida diaria. En este contexto el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) surge como una estrategia de enseñanza innovadora con el objetivo de transformar la educación en matemáticas en un proceso activo, significativo y centrado en los estudiantes.

El ABP propone utilizar problemas reales o simulados como punto de partida para el aprendizaje, incentivando a los estudiantes a investigar, analizar, formular hipótesis y trabajar en equipo para encontrar soluciones. Esta metodología se origina en 1965 en el ámbito de las ciencias de la salud, en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster, liderada por el doctor John Evans (Matamoros, 2018). Buscaba superar el modelo tradicional y centrar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes, sus aspiraciones profesionales y su desarrollo cognitivo.

Según Barrows (1986), el ABP es “un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (p.482). Esta técnica educativa no solo fomenta la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, sino que también promueve el desarrollo de habilidades esenciales como la resolución de problemas, la toma de decisiones, el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación (Díaz, 2005, pp. 96–98). La relevancia del ABP en la educación matemática radica en su capacidad para transformar el aprendizaje en una experiencia dinámica y significativa.

Navarro (2006) señala que “el aprendizaje basado en problemas representa una estrategia eficaz y flexible que, a partir de lo que hacen los estudiantes, puede mejorar la calidad de su aprendizaje en aspectos muy diversos” (p. 186). Esta metodología permite a los estudiantes actuar como protagonistas de su propio aprendizaje, con los docentes asumiendo el rol de facilitadores del proceso (Fernández Lora y Fonseca Montoya, 2016, p. 4; Sanabria y Riobueno, 2017, p. 1910).

Diversos autores han destacado la efectividad del ABP en el aprendizaje de diferentes áreas del conocimiento, incluyendo las matemáticas. (Navarro, 2006) indica que el ABP “representa una estrategia eficaz y flexible que, a partir de lo que hacen los estudiantes, puede mejorar la calidad de su aprendizaje universitario en aspectos muy diversos” (p. 186). Parra y Saiz (1994) enfatiza la importancia de la psicopedagogía en matemáticas para desarrollar en los estudiantes la capacidad de argumentar, explicar procesos, demostrar pensamiento lógico y comprender situaciones cotidianas, promoviendo un verdadero “aprender a aprender”.

De acuerdo con Díaz (2005), el ABP fomenta el desarrollo de diversas competencias, como la resolución de problemas, la toma de decisiones, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva

(p. 96). Barell et al. (1999) resalta que el ABP busca aun desarrollo integral de los estudiantes, conjugando la adquisición de conocimientos con el desarrollo de habilidades y actitudes. Valdez et al. (2022) señala que en el ABP la evaluación se convierte en una herramienta que empodera al estudiante para valorar su propio proceso de aprendizaje, compartiendo la responsabilidad con los tutores (p. 145).

Para diseñar actividades de aprendizaje basado en problemas (ABP) efectivas, Velázquez et al. (2021) proponen considerar tres elementos esenciales: El contexto, los estudiantes y el currículo, enfatizando la interrelación entre ellos para lograr experiencias holísticas y coherentes. (Ramírez y Papahiu, 2020) sugiere que los problemas en el ABP deben contener tres variables: Relevancia, cobertura y complejidad (p. 290). Estos elementos aseguran que los problemas sean significativos y desafiantes, fomentando un aprendizaje profundo. Además, Cardona y Barrios, (2015) destaca que el ABP se inserta dentro de las pedagogías activas, donde el estudiante se convierte en el principal protagonista de su proceso de formación (p. 136).

El aprendizaje basado en problemas ABP se estructura en varias fases fundamentales, como describen (Neira et al. 2016):

1. Clasificación de conceptos: Asegurarse de definir claramente los términos técnicos y vagos desde el inicio para establecer un entendimiento común del problema.
2. Definición del problema: Esencialmente determinar los límites del tema y formular claramente el problema a abordar.
3. Análisis del problema (Lluvia de ideas): Generar hipótesis y explorar diferentes enfoques para entender el problema y su contexto.
4. Clasificación sistemática: Organizar y visualizar los conceptos y vínculos identificados durante la lluvia de ideas mediante diagramas o esquemas.
5. Formulación de objetivos de aprendizaje: Desarrollar objetivos claros y específicos que estén directamente relacionados con el análisis del problema, escritos de manera precisa.
6. Investigación y estudio individual: incluye la programación del tiempo de estudio, la selección de fuentes de información pertinentes, el estudio de estas fuentes para obtener nueva información útil y la preparación de un informe crítico sobre el proceso y los conocimientos adquiridos.
7. Discusión e informe: Evaluar el conocimiento adquirido durante la investigación, discutir su aplicación en la resolución del problema y extraer conclusiones pertinentes (p. 89).

Estas fases aseguran que el proceso de aprendizaje sea continuo y evolutivo, permitiendo a los estudiantes desarrollar competencias clave de manera estructurada.

Por otro lado, la enseñanza de los límites de función es un desafío bien documentado en la educación matemática. Los límites son fundamentales para el entendimiento de conceptos avanzados en cálculo, como la continuidad, las derivadas y los integrales. Sin embargo, los estudiantes a menudo encuentran difícil comprender la idea de aproximación infinita y la noción de límite debido a su abstracción (Tall y Bakar, 1992). Según Stewart et al. (2015) destacan que una comprensión sólida de los límites es indispensable para el éxito en matemáticas avanzadas y en disciplinas que dependen de estas, como la física y la ingeniería.

El uso del ABP en la enseñanza de los límites de función puede ayudar a superar estas dificultades al situar a los estudiantes en situaciones problemáticas que requieren una comprensión profunda y aplicada del concepto de límite. Según Prince y Felder (2006), el aprendizaje basado en

problemas mejora la retención de conceptos y la capacidad de aplicar el conocimiento en contextos nuevos y variados, lo cual es esencial para la comprensión de los límites.

Además, Hmelo-Silver (2004) argumenta que el ABP facilita un entorno de aprendizaje colaborativo donde los estudiantes pueden discutir y resolver problemas juntos, lo que puede ser beneficioso para la comprensión de conceptos abstractos. En el caso de los límites de función, esta colaboración puede ayudar a los estudiantes a visualizar y comprender cómo las funciones se comportan a medida que se aproxima a ciertos puntos, un aspecto clave para dominar este concepto.

También, autores como Batanero et al. (2018) abogan por un enfoque didáctico que contemple las diferentes etapas de comprensión de los estudiantes. Este enfoque debe ir más allá de las definiciones formales y los procedimientos algebraicos, proporcionando contextos reales y problemas significativos que fomenten una comprensión profunda y aplicable del concepto de límite. Sepulveda et al. (2021) argumentan que la incorporación de problemas contextualizados en situaciones reales puede hacer que el aprendizaje de los límites sea más relevante y significativo para los estudiantes.

Esta investigación, busca evaluar el impacto del aprendizaje basado en problemas (ABP) a través de la comparación del desempeño académico y la percepción de los estudiantes, para determinar su efectividad como estrategia didáctica en la enseñanza de límites de funciones. La hipótesis nula plantea que el ABP no influye en el aprendizaje de límites de funciones, mientras que la hipótesis alternativa sostiene que el ABP influye significativamente en la enseñanza de los límites, mejorando el rendimiento académico, así como la comprensión y aplicación de estos conceptos en los estudiantes. Al adoptar esta metodología se espera que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades prácticas y competencias transversales que les serán útil en su vida académica y profesional.

La implementación del ABP en la enseñanza de límites de funciones representa una oportunidad para transformar la educación matemática en el bachillerato, haciéndola más interactiva, relevante y efectiva. Esta investigación contribuirá a llenar los vacíos de conocimientos existentes y proporcionará una base sólida para futuras aplicaciones de esta metodología en el ámbito educativo.

## **Materiales y Métodos**

De acuerdo con la metodología descrita por Sampieri (2018) esta investigación adopta un enfoque cuantitativo para medir los resultados. Se recopilan datos y se realizan análisis estadísticos para validar la hipótesis planteada. Es fundamental probar las teorías a través de datos cuantificables y análisis estadísticos rigurosos (Sampieri, 2018).

El diseño cuasiexperimental de este estudio incluye dos grupos: Uno experimental (GE), que recibe una intervención educativa basada en el aprendizaje basado en problemas (ABP), y un grupo de control (GC), que continuará con el método tradicional de enseñanza. ambos grupos serán evaluados antes y después de la intervención para evaluar el impacto del ABP en el aprendizaje de límites de funciones. Este diseño, según (Cook et al., 1979) permite comparar los efectos de la intervención sin asignación aleatoria, facilitando la identificación de relaciones causales. La evaluación pre-test y pos-test, recomendada por Shadish et al. (2002), ayudará a controlar variables externas y medir con precisión los cambios atribuibles a la intervención.

### **Grupo experimental (GE)**

Integrado por 22 estudiantes, recibió la implementación de la metodología ABP. Se espera que, a través de la resolución de problemas reales y significativos, los estudiantes de este grupo

desarrollen un aprendizaje activo y autónomo, lo que refleja un mejor desempeño en límites de funciones.

### **Grupo Control (GC)**

Compuesto por 20 estudiantes, este grupo sirvió como referencia para comparar los resultados con el GE, no estuvo expuesto a la intervención de ABP y siguió el método tradicional de enseñanza.

**Tabla 1:** Muestreo de estudiantes

Aula 1	Grupo Experimental (GE)	22
Aula 2	Grupo de Control (GC)	20
<b>Población Total</b>		<b>42</b>

La Tabla 1 muestra la distribución de los estudiantes en dos aulas distintas, cada una pertenece a un grupo de estudio diferente dentro de la investigación.

La investigación se llevó a cabo con estudiantes de segundo de bachillerato en la provincia de Bolívar, cantón Guaranda, en la Unidad Educativa “Pedro Carbo” de sostenimiento fiscal. Esta institución se encuentra ubicada en el área urbana, cuenta con 105 docentes y una población de 2300 alumnos, distribuidos en jornadas matutina y vespertina. El estudio se desarrolló en cuatro etapas:

Primero, se aplicó una evaluación diagnóstica a ambos grupos (Grupo experimental GE y Grupo de control GC), para evaluar su nivel de conocimiento previo. Posteriormente, durante 3 semanas distribuidas en 15 periodos, se implementó la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el GE. Los estudiantes trabajaron en equipo para resolver problemas relacionados con límites de funciones, promoviendo un aprendizaje activo y significativo.

Al finalizar el proceso de enseñanza tradicional en el GC, se aplicó una evaluación para medir su nivel de aprendizaje en límites de funciones. Por otro lado, al concluir la intervención de ABP en el GE, los estudiantes desarrollaron en grupos de trabajo un proyecto interdisciplinario que aplicaba los conceptos de límites en contextos cotidianos, finalmente se evaluó el nivel de aprendizaje en límites de funciones mediante una rúbrica diseñada para este propósito.

Cabe destacar que, la Unidad Educativa “Pedro Carbo” al ser de carácter fiscal, carece de medios tecnológicos avanzados por lo que muchas de las actividades se llevaron a cabo de forma manual utilizando pizarrón, marcadores, papelógrafos, reglas, computadoras portátiles (Laptops), una evaluación diagnóstica, una guía de implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) y rúbricas. Para el análisis estadístico, se empleó la prueba t de Student para muestras independientes con un nivel de significancia de 5 % utilizando Microsoft Excel versión 10. Este análisis permitió determinar si existían diferencias significativas entre los puntajes pre y post intervención en ambos grupos (GE y GC).

Para llevar a cabo esta investigación, se optó por utilizar un muestreo no probabilístico, específicamente un muestreo por conveniencia. Esto se debe a que la selección de los participantes se centró en su accesibilidad y proximidad al investigador, más que en que un proceso aleatorio representativo de toda la población (R. Sampieri et al., 2014). Por lo tanto, se eligieron exclusivamente estudiantes de segundo de bachillerato de la Unidad Educativa “Pedro Carbo”. Esta decisión se basó específicamente en la pertinencia y relevancia del estudio, facilitando la recolección de datos dentro de un contexto accesible y disponible para llevar a cabo la investigación de manera eficiente y efectiva.

Además, la Unidad Educativa proporciona un contexto adecuado para la implementación de la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP), ofreciendo así una oportunidad para observar y medir su impacto en un entorno real aplicado. Este enfoque garantiza que la investigación sea viable dentro de los recursos y el tiempo disponibles, al mismo tiempo que proporciona información significativa sobre la eficacia del ABP en un entorno educativo real y específico de enseñanza matemática. La presente investigación se llevó a cabo bajo estrictos principios éticos de la comunidad educativa, garantizando el respeto a la integridad y confidencialidad de los participantes. Se obtuvo el consentimiento informado de los estudiantes y su padres o tutores antes de iniciar la investigación.

### Resultados y Discusión

La investigación se llevó a cabo con dos grupos de estudiantes: El Grupo Experimental (GE) y el Grupo de Control (GC). Ambos grupos fueron evaluados antes y después de la intervención educativa para determinar el impacto del aprendizaje basado en problemas (ABP) en el rendimiento académico en límites de funciones. La hipótesis nula plantea que el ABP no influye en el aprendizaje de límites de funciones, mientras que la hipótesis alternativa sostiene que el ABP sí influye significativamente, mejorando el rendimiento académico y la comprensión aplicada de estos conceptos por parte de los estudiantes.

Se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando la prueba t de Student para muestras independientes con un nivel de significancia del 5%, con el propósito de determinar la significancia de las diferencias entre las evaluaciones previas posteriores a la intervención en ambos grupos (Ziliak, 2008). Para el cálculo de los estadísticos, se empleó Microsoft Excel 10.

### Grupo de control (GC)

*Tabla 2: Resultado de las evaluaciones Pre y Post intervención para GC*

Medida	Evaluación (Pre)	Evaluación (Post)
Número de estudiantes	20	20
Desviación estándar	2,42	2,05
Media	4,05	6,03
Varianza	5,84	4,22

La Tabla 2 muestra que la media de las evaluaciones del (GC) aumentó de 4,05 a 6,03 tras la intervención indicando una mejora en el rendimiento académico. La varianza y la desviación estándar disminuyeron de 5,84 a 4,22 y de 2,42 a 2,05, lo que indica una ligera reducción en la dispersión de los resultados. Aunque hubo un aumento en la consistencia de los puntajes, la magnitud del cambio es mínima.

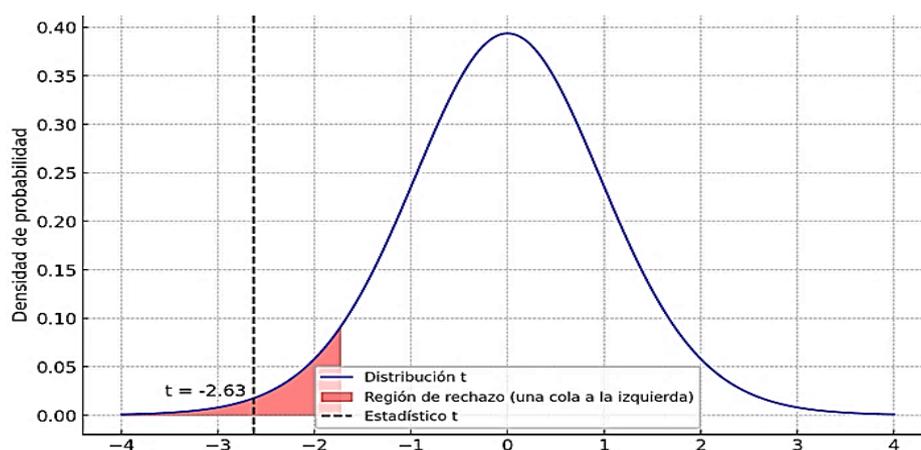
*Tabla 3: Análisis estadístico GC*

Estadístico	Valor
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.13
Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	19
Estadístico t	-2.63
P(T<=t) una cola	0.0082

Valor crítico de t (una cola)	1.73
P(T<=t) dos colas	0.0165
Valor crítico de t (dos colas)	2.09

La Tabla 3: muestra los resultados del análisis estadístico del Grupo de Control (GC), aunque muestra una mejora en las calificaciones, la diferencia no es tan significativa. El valor P para el GC ( $P(T \leq t)$  dos colas = 0.0165) es menor que 0.05, lo que rechaza la hipótesis nula ( $H_0: \mu d = 0$ ) y confirma la hipótesis alternativa ( $H_1: \mu d < 0$ ).

**Figura 1: Distribución t con región de rechazo (una cola a la izquierda) GC**



La figura 1: muestra una distribución t con una región de rechazo para una prueba de hipótesis de una cola a la izquierda. El estadístico t calculado es -2.63, si este valor coincide con el valor crítico para un nivel de significancia dado por 0.05, se rechaza la hipótesis nula, esto indica que el efecto observado es significativamente menor que lo esperado bajo la hipótesis nula, sugiriendo suficiente evidencia para rechazarlo.

### Grupo Experimental (GE)

**Tabla 4: Resultados de las evaluaciones Pre y Post implementación (ABP) para GE**

Medida	Evaluación (Pre)	Evaluación (Post)
Número de estudiantes	22	22
Media	4,82	9,45
Desviación estándar	2,36	0,51
Varianza	5,58	0,26

La Tabla 4 muestra una mejora sustancial en el rendimiento académico del grupo experimental tras la implementación del aprendizaje basado en problemas ABP. La media de las evaluaciones aumentó de 4,82 a 9,45, reflejando un avance significativo en los puntajes. La desviación estándar disminuyó de 2,36 a 0,51 y la varianza se redujo drásticamente de 5,58 a 0,26 indicando una

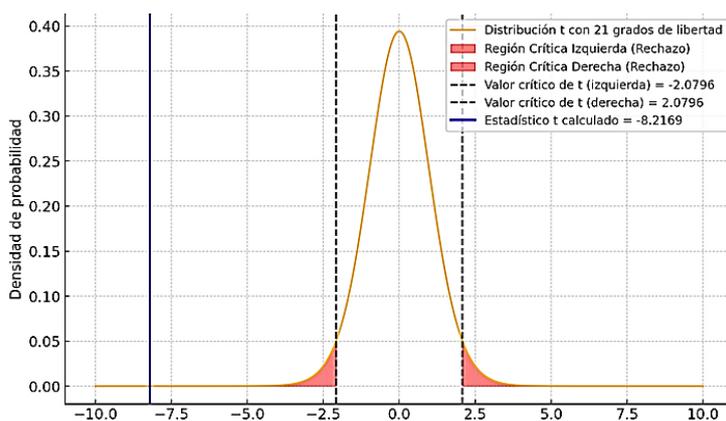
notable consistencia y uniformidad en los resultados post intervención. Estos cambios sugieren que la intervención fue altamente efectiva en mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

**Tabla 5:** Análisis estadístico GE

Estadístico	Valor
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.48
Diferencia hipotética de las medias	0
Grados de libertad	21
<b>Estadístico t</b>	<b>-8.22</b>
P(T<=t) una cola	2.67E-08
Valor critico de t (una cola)	1.72
P(T<=t) dos colas	5.35E-08
Valor critico de t (dos colas)	2.08

La Tabla 5 muestra los resultados del análisis estadístico del Grupo Experimental (GE), los mismos que indican una mejora significativa en las calificaciones tras la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP). El valor P para GE es significativamente menor que 0.05 (P(T<=t) dos colas = 5.35E-08), lo que rechaza la hipótesis nula (H0:  $\mu d = 0$ ) y confirma la hipótesis alternativa (H1:  $\mu d \neq 0$ ), sugiriendo una diferencia significativa en las medias pre y post intervención.

**Figura 2:** Prueba t bilateral GE



La figura muestra una prueba t bilateral con la distribución t con 21 grados de libertad. Las regiones críticas de rechazo están sombreadas en rojo, con valores críticos de -2.0796 y 2.0796. El estadístico t calculado es de -8.2169, cayendo en la región crítica izquierda. Esto sugiere suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, indicando un efecto significativo en la dirección negativa.

## Discusión

Las tablas y figuras presentadas a lo largo del análisis ofrecen una visión clara y concisa de los resultados obtenidos en las evaluaciones pre y post intervención de ABP y el método tradicional respectivamente en el grupo experimental (GE) y grupo de control (GC). Las tablas 2, 3 y figura 1 describen los resultados obtenidos del GC y las tablas 4, 5 y figura 2 detallan los resultados obtenidos del GE.

Los resultados del GE indican que el ABP tuvo un impacto positivo y significativo en el rendimiento académico en la comprensión de límites de función. La diferencia significativa en las medias pre y post intervención apoya la efectividad del ABP en el contexto educativo. Por otro lado, aunque el GC también mostró mejoras significativas, la magnitud del cambio fue menor, lo que indica que el método tradicional de enseñanza puede no ser tan efectivo como el ABP para este tema específico. El análisis estadístico válida la hipótesis alternativa para el GE, indicando una mejora significativa en el rendimiento académico tras la intervención del ABP, mientras que para GC, aunque hay una mejora no es tan pronunciada como en el GE, sugiriendo que la metodología tradicional es menos efectiva comparada con el ABP.

Estos hallazgos están en línea con estudios previos que indican la efectividad del ABP en el mejoramiento del rendimiento académico. Paredes-Curin (2016) señala que en este método se deben utilizar problemas que partan de situaciones de la vida real, relacionados directamente con el entorno de los estudiantes para motivar y captar su atención. (Fernández y Fonseca (2016), así como Sanabria y Riobueno (2017), destacan que el ABP facilita al estudiante la posibilidad de actuar como protagonista de su propio aprendizaje, convirtiéndose los docentes en facilitadores o guías del proceso. Así mismo Canese (2020) argumenta que generar razonamiento en el estudiante construye un pensamiento reflexivo que permite validar respuestas y solucionar problemas diversos.

Este estudio presenta ciertas limitaciones metodológicas que podrían haber afectado los resultados. La muestra de estudiantes puede no ser representativa de la población general, lo que implica la generalización de los hallazgos. Además, la evaluación de los resultados se basó en pruebas escritas y rúbricas de evaluación, que pueden no capturar completamente el impacto del ABP en habilidades prácticas y de pensamiento crítico. Los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la teoría y para la práctica educativa. La efectividad del ABP sugiere que los educadores deben considerar su implementación como una estrategia de enseñanza viable para mejorar el rendimiento académico y el aprendizaje significativo de los estudiantes. La metodología centrada en el estudiante promueve el desarrollo de habilidades críticas y creativas, esenciales en el contexto educativo actual.

Para fortalecer estos hallazgos, futuras investigaciones podrían explorar la implementación del ABP en diferentes contextos educativos y con muestras más amplias y diversas. También sería beneficioso investigar el impacto del ABP en otras áreas del conocimiento, habilidades prácticas y de pensamiento crítico. La exploración de métodos de evaluación alternativos podría proporcionar una visión más completa del impacto del ABP en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

### **Conclusiones**

La investigación muestra que la implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tuvo un impacto positivo y significativo en el aprendizaje de límite de función en los estudiantes del grupo experimental (GE) quienes fueron expuestos al proceso de ABP, mostrando una mejora considerable en su desempeño académico en comparación con el grupo de control (GC), que siguió el método tradicional de enseñanza. Estos resultados sugieren que el ABP es una estrategia didáctica efectiva para la enseñanza de este tema. El estudio confirma la hipótesis planteada, que indicaba que el ABP mejoraría significativamente la comprensión y aplicación de límite de funciones en los estudiantes. Los resultados obtenidos respaldan la idea de que el ABP promueve un aprendizaje más profundo y duradero, ya que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, son que también desarrollan habilidades prácticas y competencias transversales.

Este estudio contribuye al campo de la educación matemática al proporcionar evidencia empírica sobre la eficacia del ABP en la enseñanza de límites de funciones. La implementación exitosa del ABP sugiere que esta metodología puede transformar la educación matemática, haciéndola más interactiva, relevante y efectiva. Los hallazgos respaldan la adopción del ABP como una estrategia didáctica viable y beneficiosa, que no solo mejora el rendimiento académico, sino que también desarrolla competencias transversales cruciales para el éxito académico y profesional de los estudiantes. Este estudio sienta una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones del ABP en diversos contextos educativos, destacando su potencial para mejorar la calidad del aprendizaje en matemáticas y otras disciplinas.

En general esta investigación proporciona evidencia sólida sobre la efectividad del Aprendizaje Basado en problemas como estrategia didáctica para la enseñanza de límite de función en el nivel de bachillerato. Los resultados obtenidos son relevantes para docentes, educadores y responsables de políticas educativas que buscan implementar metodologías innovadoras y efectivas para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en este nivel educativo.

### **Reconocimientos**

Extendemos nuestra gratitud a la Facultad de Posgrado de la Universidad Espíritu Santo, por su orientación y apoyo constante en la realización de este trabajo de investigación. Su dedicación y profesionalismos han sido una fuente de inspiración y motivación a lo largo de este proceso. Agradecemos especialmente a los profesores y al personal administrativo por su disposición para ayudar y su compromiso con el éxito de sus estudiantes. Este trabajo no habría sido posible sin el respaldo y la colaboración de todos ustedes, estamos profundamente agradecidos por todo el apoyo recibido.

### **Referencias**

1. Barell, J., Rivas, M. P., & Brizuela, B. (1999). El aprendizaje basado en problemas: un enfoque investigativo. *Manantial*.
2. Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–486.
3. Batanero, C., Gea, M. M., Arteaga, P., Contreras, J. M., & Díaz, C. (2018). Conocimiento del contenido sobre correlación y regresión de futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa*, 21(3), 325–348.
4. Canese de Estigarribia, M. I. (2020). Percepción del desarrollo de las habilidades del pensamiento crítico en la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. *Perfiles Educativos*, 42(169), 21–35.
5. Cardona-Puello, S. P., & Barrios-Salas, J. S. (2015). Aprendizaje basado en problemas (ABP): El “problema” como parte de la solución. *Revista Adelante-Ahead*, 6(3).
6. Cook, T. D., Campbell, D. T., & Day, A. (1979). *Quasi-experimentation: Design & analysis issues for field settings* (Vol. 351). Houghton Mifflin Boston.
7. de Miguel Díaz, M. (2005). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. *Orientaciones Para Promover El Cambio Metodológico En El Espacio Europeo de Educación Superior*.
8. Fernández Lora, L., & Fonseca Montoya, S. (2016a). Aprendizaje basado en problemas: consideraciones para los graduados en medicina familiar y comunitaria en Ecuador. *Medisan*, 20(9), 2150–2163.
9. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235–266.
10. Matamoros Espinoza, W. G. (2018). Propuesta didáctica de aprendizaje basado en problemas dirigida al área de matemáticas (8° de educación general básica): caso Unidad Educativa “Sagrada Familia.”

11. Navarro, L. P. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 64(124), 173–196.
12. Neira, M. A. R., De la Hoz, L. A. G., Jiménez, H. A. F., & Zuñiga, A. M. H. (2016). Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de diseño experimental. *Inge Cuc*, 12(2), 86–96.
13. Paredes-Curin, C. R. (2016). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una estrategia de enseñanza de la educación ambiental, en estudiantes de un liceo municipal de Cañete. *Educare [online]*. 2016, vol. 20, n. 1. ISSN.
14. Parra, C., & Saiz, I. (1994). *Didáctica de matemáticas: aportes y reflexiones*. Paidós.
15. Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.
16. Ramírez, A. X. V., & Papahiu, P. C. (2020). Metodología ABP: Habilidades de autonomía y trabajo colaborativo en estudiantes de bachillerato. *Paradigma*, 2, 286–310.
17. Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. *RH Sampieri, Metodología de La Investigación*, 22.
18. Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
19. Sanabria, M. L. V., & Riobueno, G. A. C. (2017a). Resolviendo dificultades na sala de aula: uma estratégia usando aprendizagem baseada em problemas. *Revista Cuidarte*, 8(3), 1907–1918.
20. Sepulveda, P., Cabezas, M., García, J., & Fonseca-Salamanca, F. (2021). Aprendizaje basado en problemas: percepción del proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias preclínicas por estudiantes de Kinesiología. *Educación Médica*, 22(2), 60–66.
21. Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). Quasi-experiments: interrupted time-series designs. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*, 171–205.
22. Stewart, J., Clegg, D. K., & Watson, S. (2015). *Calculus*, Cengage Learning. Boston,.
23. Tall, D., & Bakar, M. (1992). Students' mental prototypes for functions and graphs. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 23(1), 39–50.
24. Valdez, W. J. P., Cedeño, J. J. L., Chávez, A. C. A., & Cordero, C. I. E. (2022). La influencia del ABP en el desarrollo cognitivo del área de matemáticas. *Suplemento CICA Multidisciplinario ISSN: 2631-2832*, 6(013), 62–80.
25. Velázquez, R. V., García, W. A. M., Zúñiga, K. M., & Landín, A. L. C. (2021). Metodología del aprendizaje basado en problemas aplicada en la enseñanza de las Matemáticas. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas*, 14(3), 142–155.
26. Ziliak, S. T. (2008). Retrospectives: Guinnessometrics: the economic foundation of “Student’s” t. *Journal of Economic Perspectives*, 22(4), 199–216.