Simbiosis. Revista de Educación y Psicología
Volumen 6, N° 16 / octubre-diciembre 2026
ISSN-e: 2992-6904 / pp. 1-14
https://doi.org/10.59993/simbiosis.v6i16.163
Artículo de investigación

CC BY

Simbiosis
REVISTA DE EDUCACIÓN Y PSICOLOGÍA
https://revistasimbiosis.org

Aprendizaje basado en problemas y comprensión matemática en estudiantes universitarios de Educación Básica

Problem-based learning and mathematical understanding among university students in Basic Education

Wilson Oswaldo Sánchez Macías
wsanchezm2@unemi.edu.ec
Grace Alexandra Contreras Cruz
gcontrerasc2@unemi.edu.ec
Heidy Tanya Mayorga Sánchez
hmayorgas@unemi.edu.ec
Jessica Marlene Ramos Anchundia
jramosa7@unemi.edu.ec
Borys Bismark León-Reyes
borysleonreyes@gmail.com

Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador

Artículo recibido: 31 de agosto 2026 / **Aceptado:** 27 de octubre 2026 / **Publicado:** 24 de noviembre 2026

Resumen

Introducción: El aprendizaje basado en problemas puede favorecer el abordaje de situaciones matemáticas contextualizadas en la formación de estudiantes de Educación Básica. **Objetivo:** Analizar la relación entre el aprendizaje basado en problemas y la comprensión matemática en estudiantes universitarios de Educación Básica. **Método:** Se desarrolló una investigación cuantitativa con diseño cuasiexperimental de pretest y postest con grupo de control no equivalente. La versión metodológica actualizada contempló estudiantes de la Universidad Estatal de Milagro y la aplicación del instrumento de conocimiento matemático para la enseñanza, en el dominio de números y operaciones. **Resultados:** Los hallazgos estadísticos disponibles en el manuscrito anterior mostraron incrementos en el grupo experimental en comprensión conceptual, representación matemática, razonamiento, resolución de problemas y aplicación contextualizada. El análisis de covarianza también registró diferencias entre los grupos. **Conclusión:** La metodología basada en problemas se relacionó con mejores resultados de aprendizaje en las condiciones evaluadas, aunque los análisis requirieron actualización para corresponder con la muestra y el instrumento informados posteriormente.

Palabras clave: Competencia numérica; Enseñanza de las matemáticas; Formación de docentes; Matemáticas; Método de enseñanza.

Abstract

Introduction: Problem-based learning can facilitate the approach to contextualized mathematical situations in the education of preservice elementary school teachers. **Objective:**

To analyze the relationship between problem-based learning and mathematical understanding among university students enrolled in an Elementary Education program. **Method:** A quantitative study was conducted using a quasi-experimental pretest-posttest design with a nonequivalent control group. The updated methodological approach involved students from the State University of Milagro and the administration of the Mathematical Knowledge for Teaching instrument in the domain of numbers and operations. **Results:** The statistical findings available in the previous manuscript showed increases in the experimental group in conceptual understanding, mathematical representation, reasoning, problem-solving, and contextualized application. The analysis of covariance also revealed differences between the groups. **Conclusion:** The problem-based learning methodology was associated with better learning outcomes under the conditions evaluated, although the analyses required updating to ensure consistency with the sample and instrument subsequently reported.

Keywords: Numeracy; Mathematics instruction; Teacher education; Mathematics; Teaching methods.

Introducción

La formación matemática de los estudiantes universitarios de Educación Básica requiere experiencias de aprendizaje que permitan superar la reproducción mecánica de procedimientos y avanzar hacia la interpretación, argumentación y aplicación de conocimientos en situaciones contextualizadas (Macías Alvarado et al., 2026; Perlaza Cadena & León-Reyes, 2025), en esta perspectiva, Ortiz Díaz y Cutimbo Lozano (2022) identificaron resultados beneficiosos del aprendizaje basado en problemas en la asignatura universitaria Matemática Básica, mientras que Castro et al. (2022) evidenciaron las posibilidades de incorporar recursos de robótica educativa en la formación universitaria de profesores de Educación Básica para desarrollar actividades orientadas a la resolución de problemas matemáticos.

La comprensión matemática constituye una condición necesaria para interpretar información, establecer relaciones conceptuales y seleccionar procedimientos adecuados ante situaciones problemáticas, particularmente cuando los estudiantes deben transformar información verbal en representaciones matemáticas, al respecto, Gibert Delgado et al. (2023) demostraron la importancia de la comprensión textual en la resolución de problemas matemáticos en estudiantes universitarios de Educación Básica, destacando el reconocimiento de claves semánticas como un elemento relevante para interpretar los enunciados y construir procedimientos de solución fundamentados.

En el contexto latinoamericano, las dificultades relacionadas con la comprensión conceptual de los contenidos matemáticos continúan representando un desafío para los procesos de enseñanza y aprendizaje, particularmente cuando predominan prácticas fundamentadas en la memorización y la reproducción de procedimientos, al respecto (Rubio Rodríguez y León-Reyes, 2024; Zamora Arana et al.,2025 y Peñalo Ceballos et al., 2026), mediante un diagnóstico de las estrategias de aprendizaje aplicadas en la

enseñanza de la matemática financiera en secundaria, identificaron limitaciones asociadas con los enfoques tradicionales y la insuficiente contextualización de los contenidos, destacando la necesidad de incorporar metodologías activas y estrategias didácticas orientadas a prommover aprendizajes significativos, estos hallazgos permiten contextualizar la problemática investigada y justifican la búsqueda de alternativas metodológicas para fortalecer la comprensión matemática en la formación universitaria de futuros docentes (Carrillo Puga et al., 2024; Macías Alvarado & León Pírela, 2025).

Las investigaciones desarrolladas en los últimos años muestran resultados positivos respecto a la incorporación del aprendizaje basado en problemas en la enseñanza matemática, aunque sus alcances dependen del nivel educativo y de las condiciones de aplicación, Chilán Intriago y Párraga Álava (2023) analizaron esta metodología como alternativa didáctica para la enseñanza de matemáticas, mientras que Arévalo-Duarte et al. (2024) estudiaron su contribución al fortalecimiento de la competencia matemática relacionada con la resolución de problemas, aportando fundamentos para considerar el ABP como una estrategia pertinente en procesos educativos que requieren participación y construcción progresiva del conocimiento.

La incorporación de metodologías activas en la enseñanza matemática también puede propiciar dimensiones actitudinales que intervienen en el aprendizaje, como la motivación, la participación y la interacción entre estudiantes, en esta dirección, Arias Santana et al. (2026), mediante una investigación cuasiexperimental sobre gamificación en la enseñanza de la aritmética, identificaron resultados propicios en el desempeño académico y mayores niveles de participación en el grupo experimental, aunque estos hallazgos corresponden a una estrategia diferente del aprendizaje basado en problemas, proporcionan evidencia complementaria sobre la importancia de diversificar las experiencias didácticas y considerar tanto los resultados cognitivos como las condiciones que promueven la implicación del estudiante.

La evidencia experimental también permite reconocer las posibilidades del ABP para fortalecer aprendizajes matemáticos específicos, Ordóñez Valencia et al. (2024) encontraron mejoras en las competencias aritméticas de estudiantes de Educación Básica mediante una intervención fundamentada en problemas, mientras que Hernández-Domínguez (2024) examinó los efectos de un programa de aprendizaje basado en problemas sobre el rendimiento matemático y la autoeficacia, por otra parte, Barco Rojas et al. (2024) abordaron la aplicación de esta metodología en la enseñanza universitaria de matemáticas, ampliando sus posibilidades de utilización en contextos profesionales.

En la educación superior, el desarrollo de competencias matemáticas exige integrar la comprensión conceptual con la resolución de situaciones que demanden razonamiento, argumentación y toma de decisiones, Cordero (2024) examinó la resolución de problemas desde una perspectiva de competencias matemáticas universitarias,

mientras que Kras y Sant'Ana (2024) analizaron las conexiones que construyen los futuros docentes durante la resolución de problemas, evidenciando la importancia de incorporar estas experiencias en los programas de formación inicial, Pérez Vera y Salazar Cortez (2024) plantearon la integración de la modelación matemática y la evaluación de tecnologías en la preparación de profesores.

La incorporación de recursos tecnológicos puede ampliar las oportunidades de representación, exploración y comprobación de procedimientos matemáticos, siempre que responda a objetivos pedagógicos claramente definidos, Osorio-Álzate et al. (2024) investigaron la mediación de un videojuego educativo en la resolución de problemas matemáticos, mientras que Rosado Rosado et al. (2024) analizaron la efectividad de GeoGebra en la resolución de problemas con números racionales, estos resultados permiten considerar que las herramientas digitales pueden complementar el aprendizaje basado en problemas, aunque su utilización no sustituye la comprensión conceptual ni la intervención pedagógica del docente.

Los estudios recientes también destacan la necesidad de evaluar críticamente las condiciones que determinan la efectividad de las metodologías activas, Jiménez Bajaña et al. (2024) examinaron estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de matemáticas en educación superior, mientras que Cárdenas Jarrín et al. (2025) analizaron la relación entre resolución de problemas y aprendizaje significativo en estudiantes universitarios, adicionalmente, Carignano et al. (2025) documentaron una experiencia de aprendizaje basado en problemas para la modelización matemática, evidenciando que el conocimiento previo y la validación de los procedimientos son condiciones relevantes para alcanzar resultados satisfactorios.

Método

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, debido a que se orientó a medir el conocimiento matemático de los estudiantes mediante puntuaciones obtenidas en evaluaciones aplicadas antes y después de una intervención didáctica. Se empleó un diseño cuasiexperimental de pretest–postest con grupo de control no equivalente, mediante el cual se compararon los resultados de dos grupos académicos previamente conformados, uno expuesto al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y otro a una metodología de enseñanza tradicional.

La población estuvo constituida por estudiantes de la carrera de Educación Básica de la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador, durante el año 2026. La muestra estuvo integrada por 137 estudiantes, de los cuales 64 fueron mujeres, equivalentes al 46,72 %, y 73 fueron varones, correspondientes al 53,28 %. De acuerdo con la distribución proporcionada para el estudio, 71 participantes conformaron el grupo experimental y

66 integraron el grupo de control, cuya cantidad se obtuvo por diferencia respecto del total de participantes.

La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que se trabajó con grupos académicos disponibles en la institución. La conformación de los grupos no contempló una asignación aleatoria individual, por lo que se mantuvo el carácter cuasiexperimental de la investigación. Se consideraron las mediciones iniciales y finales de los estudiantes que participaron en las evaluaciones correspondientes, de acuerdo con los registros utilizados para el análisis estadístico.

La variable independiente correspondió a la metodología de enseñanza, considerada en dos modalidades: Aprendizaje Basado en Problemas y enseñanza tradicional. La variable dependiente estuvo representada por el conocimiento matemático de los estudiantes, evaluado mediante el instrumento Learning Mathematics for Teaching (LMT), vinculado al marco Mathematical Knowledge for Teaching (MKT), específicamente en el dominio Number and Operations. La comparación de las puntuaciones obtenidas en el pretest y el postest permitió examinar las variaciones del desempeño matemático y las diferencias entre los grupos.

Para evaluar el conocimiento matemático se aplicó el instrumento Learning Mathematics for Teaching (LMT), correspondiente al dominio Number and Operations, asociado al marco de conocimiento matemático para la enseñanza Mathematical Knowledge for Teaching (MKT). El instrumento se administró en dos momentos: antes de la intervención didáctica, como pretest, y después de su finalización, como postest. Su aplicación permitió obtener mediciones del conocimiento matemático de los participantes en el dominio evaluado y comparar su desempeño entre ambos momentos.

La puntuación de las evaluaciones se obtuvo mediante los criterios de corrección correspondientes al formulario utilizado. Debido a que no se dispuso de información documental suficiente sobre la cantidad de ítems, la escala de puntuación, la estructura específica de la versión aplicada y sus propiedades psicométricas, no se atribuyeron al instrumento valores de confiabilidad procedentes de la prueba descrita en una versión anterior del manuscrito. Por tanto, la descripción técnica definitiva se vinculó con el formulario efectivamente administrado y con su documentación correspondiente.

En la primera fase se aplicó el pretest LMT Number and Operations a los estudiantes de los grupos experimental y de control, con el propósito de identificar sus niveles iniciales de conocimiento matemático. Posteriormente, durante seis semanas, se desarrolló la intervención pedagógica diferenciada. El grupo de control recibió clases mediante una metodología tradicional, fundamentada en la exposición de contenidos y la resolución guiada de ejercicios, mientras que el grupo experimental participó en actividades didácticas basadas en el Aprendizaje Basado en Problemas.

Durante la intervención, el trabajo del grupo experimental se organizó alrededor de situaciones problemáticas que promovieron la interpretación de información, la búsqueda de procedimientos y la construcción de soluciones matemáticas. Por su parte, el grupo de control desarrolló las actividades previstas mediante la explicación de contenidos y la práctica de ejercicios. Una vez finalizado el periodo de intervención, se aplicó el postest LMT Number and Operations a los dos grupos, con el propósito de comparar los resultados respecto de las mediciones iniciales y examinar los cambios asociados con cada metodología.

El análisis estadístico contempló la organización y descripción de las puntuaciones obtenidas en el pretest y el postest, mediante medidas de tendencia central y dispersión, se examinaron los supuestos estadísticos mediante la prueba de Shapiro–Wilk para evaluar la normalidad de las distribuciones y la prueba de Levene para analizar la homogeneidad de las varianzas. De acuerdo con los procedimientos consignados en el manuscrito, las comparaciones intragrupo se realizaron mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, mientras que las comparaciones entre grupos se efectuaron mediante la prueba U de Mann–Whitney.

Adicionalmente, se contempló un análisis de covarianza (ANCOVA), en el que la puntuación del postest se consideró como variable dependiente y la puntuación del pretest como covariable, con el propósito de estimar las diferencias ajustadas entre los grupos. Para complementar la interpretación de los resultados se consideraron tamaños del efecto, intervalos de confianza del 95 % y el coeficiente eta cuadrado parcial. En el análisis del modelo se utilizaron errores estándar robustos HC3, según lo reportado en el manuscrito, debido a las desviaciones observadas en la normalidad de los residuos.

La investigación consideró la participación voluntaria de los estudiantes y el tratamiento confidencial de la información recopilada durante las evaluaciones. Los datos se utilizaron con fines académicos y científicos, procurando preservar la identidad de los participantes durante el procesamiento, análisis y presentación de los resultados, se contempló el respeto a los principios de integridad, responsabilidad y confidencialidad que orientaron el desarrollo de la investigación educativa.

Resultados

La investigación registró una muestra actualizada de 137 estudiantes de la carrera de Educación Básica de la Universidad Estatal de Milagro, Ecuador. La distribución por sexo comprendió 64 mujeres, equivalentes al 46,72 %, y 73 varones, correspondientes al 53,28 %. En cuanto a la distribución por grupos, 71 estudiantes integraron el grupo experimental, lo que representó el 51,82 % de la muestra, mientras que 66 conformaron el grupo de control, equivalentes al 48,18 %. Estos datos describieron la composición de la muestra comunicada para el estudio de 2026.

Tabla 1. *Distribución de los participantes según sexo y grupo de estudio.*

Característica	Frecuencia	Porcentaje
Mujeres	64	46,72
Varones	73	53,28
Grupo experimental	71	51,82
Grupo de control	66	48,18

Nota. Los porcentajes se calcularon respecto de los 137 participantes. La distribución de 66 estudiantes en el grupo de control se obtuvo por diferencia entre el total de la muestra y los 71 integrantes del grupo experimental.

El manuscrito original presentó resultados correspondientes a 100 estudiantes, distribuidos en dos grupos de 50 participantes. En la evaluación inicial, el grupo de control obtuvo una media de 9,84 puntos (DE = 2,49), mientras que el grupo experimental alcanzó 9,66 puntos (DE = 2,16). En la evaluación final, el grupo de control registró una media de 9,48 puntos (DE = 2,85), mientras que el grupo experimental obtuvo 15,64 puntos (DE = 2,72). Estos valores quedaron consignados en la versión documental anterior.

Tabla 2. *Estadísticos descriptivos de las puntuaciones del pretest y postest consignados en el manuscrito original.*

Grupo	n	Pretest M	Pretest DE	Postest M	Postest DE
Control	50	9,84	2,49	9,48	2,85
Experimental (ABP)	50	9,66	2,16	15,64	2,72

Nota. M = media; DE = desviación estándar. Los datos correspondieron a la versión original del manuscrito y no a resultados recalculados para los 137 participantes.

La prueba de Shapiro–Wilk registró desviaciones de la normalidad en las puntuaciones y en las ganancias, con valores de significación inferiores a 0,05. La prueba de Levene no registró diferencias estadísticamente significativas en la homogeneidad de las varianzas del pretest, el postest, las ganancias ni los residuos del modelo, con valores de p superiores a 0,05. En el análisis inicial entre grupos, la prueba U de Mann–Whitney produjo un estadístico U = 900,50 y un valor p = 0,014. La diferencia de medias fue de 0,18 puntos y el tamaño del efecto alcanzó d = −0,077.

En las comparaciones intragrupo del manuscrito original, el grupo de control presentó una variación de −0,36 puntos entre las dos evaluaciones. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon registró un estadístico de 360,50, un valor p = 0,253 y un tamaño del efecto d = −0,097. El intervalo de confianza del 95 % de la diferencia comprendió valores entre −1,41 y 0,69. En el grupo experimental, la diferencia entre las evaluaciones alcanzó 5,98 puntos, con un estadístico de Wilcoxon de 10,50 y un valor p inferior a 0,001.

El tamaño del efecto registrado en el grupo experimental alcanzó d = 1,866, mientras que el intervalo de confianza del 95 % de la diferencia comprendió valores entre 5,07 y

6,89 puntos. En la comparación de las ganancias entre grupos, el documento registró una diferencia media de 6,34 puntos a favor del grupo experimental. La prueba U de Mann–Whitney produjo un estadístico de 2244,50 y un valor p inferior a 0,001. El intervalo de confianza bootstrap del 95 % de la diferencia comprendió valores entre 5,00 y 7,64 puntos, mientras que el tamaño del efecto alcanzó d = 1,833.

La ganancia normalizada media registrada en el grupo de control fue de −0,086 (DE = 0,384), mientras que en el grupo experimental alcanzó 0,579 (DE = 0,256). Para este cálculo, el manuscrito excluyó un caso del grupo experimental que obtuvo la puntuación máxima en el pretest, debido a que la fórmula de ganancia normalizada no permitió determinar un valor para ese participante. El documento no consignó en ese apartado el tamaño muestral definitivo utilizado para cada cálculo de ganancia normalizada.

El análisis de covarianza utilizó la puntuación del postest como variable dependiente y la puntuación del pretest como covariable. Las medias ajustadas fueron de 9,47 puntos para el grupo de control y 15,65 puntos para el grupo experimental. La diferencia ajustada alcanzó 6,18 puntos, con un intervalo de confianza del 95 % entre 5,07 y 7,29 y un valor p inferior a 0,001. El modelo registró un eta cuadrado parcial de 0,559 y un tamaño del efecto ajustado de d = 2,218. El efecto independiente del pretest presentó un valor p = 0,185.

Tabla 3. *Resultados del ANCOVA y ganancias por dimensiones consignados en el manuscrito original.*

Indicador	Grupo control	Grupo experimental
Media ajustada del postest	9,47	15,65
IC del 95 % de la media ajustada	8,69–10,25	14,87–16,43
Ganancia normalizada media	−0,086	0,579
Desviación estándar de la ganancia normalizada	0,384	0,256

Dimensión	Δ Control	Δ ABP	p	Cohen d
Comprensión conceptual	+0,02	+1,36	<0,001	1,135
Representación matemática	+0,04	+1,32	<0,001	1,288
Razonamiento	−0,06	+1,20	<0,001	1,268
Resolución de problemas	−0,26	+1,08	<0,001	1,215
Aplicación contextualizada	−0,10	+1,02	<0,001	1,006

Nota. ANCOVA = análisis de covarianza; IC = intervalo de confianza; Δ = diferencia entre la media del postest y la media del pretest; ABP = Aprendizaje Basado en Problemas. Las medias ajustadas, las ganancias normalizadas y los resultados dimensionales procedieron del manuscrito original. El modelo registró una diferencia ajustada de 6,18 puntos, IC del 95 % [5,07, 7,29], $p < 0,001$, η^2 parcial = 0,559 y d ajustado = 2,218. La ganancia normalizada del grupo experimental excluyó un caso con puntuación máxima en el pretest.

El análisis dimensional consignado en el manuscrito comprendió cinco categorías: comprensión conceptual, representación matemática, razonamiento, resolución de problemas y aplicación contextualizada. En el grupo experimental, las diferencias entre las puntuaciones del postest y el pretest fueron de 1,36; 1,32; 1,20; 1,08 y 1,02 puntos, respectivamente. En el grupo de control, las variaciones registradas fueron de 0,02; 0,04; −0,06; −0,26 y −0,10 puntos, en el mismo orden. Las cinco comparaciones entre grupos presentaron valores p inferiores a 0,001.

Los tamaños del efecto consignados para las dimensiones fueron d = 1,135 en comprensión conceptual, d = 1,288 en representación matemática, d = 1,268 en razonamiento, d = 1,215 en resolución de problemas y d = 1,006 en aplicación contextualizada. El documento no presentó intervalos de confianza individuales para estos cinco tamaños del efecto. Los valores dimensionales se reportaron en la escala de la prueba descrita en la versión original del artículo, que estuvo organizada en cinco dimensiones y diez ítems.

El manuscrito original presentó resultados descriptivos e inferenciales de 100 estudiantes, con 50 participantes por grupo, y consignó diferencias entre las evaluaciones iniciales y finales, comparaciones intragrupo, diferencias de ganancias, ganancia normalizada y estimaciones mediante ANCOVA. También registró resultados para cinco dimensiones matemáticas. Por separado, la información actualizada del estudio de 2026 estableció una muestra de 137 estudiantes y la aplicación del formulario MKT/LMT Number and Operations en pretest y postest. No se incorporaron estadísticas inferenciales nuevas para esta última muestra porque no se proporcionaron sus resultados recalculados.

Discusión

Los resultados consignados en el manuscrito mostraron una diferencia ventajosa al grupo que recibió la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), cuya media ajustada superó en 6,18 puntos a la del grupo de control, con un intervalo de confianza del 95 % [5,07, 7,29] y un valor p inferior a 0,001. Este hallazgo coincidió con lo reportado por Ortiz Díaz y Cutimbo Lozano (2022), quienes estudiaron la aplicación del ABP en Matemática Básica universitaria. La coincidencia respaldó la pertinencia de examinar metodologías activas en la formación matemática de futuros docentes.

La diferencia entre las puntuaciones iniciales y finales también mostró un comportamiento distinto entre los grupos. El grupo experimental registró un incremento de 5,98 puntos, mientras que el grupo de control presentó una variación de −0,36 puntos. Este resultado guardó correspondencia con Ordóñez Valencia et al. (2024), quienes documentaron mejoras en competencias aritméticas mediante una intervención basada en problemas, Hernández-Domínguez (2024) examinó los efectos

de un programa ABP sobre el rendimiento matemático. Estos antecedentes situaron los resultados dentro de una tendencia propicia a las metodologías centradas en la resolución de situaciones problemáticas.

El análisis dimensional registró incrementos en comprensión conceptual, representación matemática, razonamiento, resolución de problemas y aplicación contextualizada. La representación matemática presentó una ganancia de 1,32 puntos y el razonamiento alcanzó 1,20 puntos en el grupo experimental. Estos resultados se relacionaron con los planteamientos de Gibert Delgado et al. (2023), quienes destacaron la comprensión textual como componente relevante para resolver problemas matemáticos. También coincidieron con Arévalo-Duarte et al. (2024), quienes abordaron el ABP como metodología para fortalecer la competencia matemática vinculada con la resolución de problemas en Educación Básica.

Desde el plano teórico, la comprensión matemática requiere integrar conceptos, representaciones y procedimientos, en lugar de limitarse a reproducir algoritmos. La resolución de problemas estimula la articulación de estos componentes cuando las actividades exigen interpretar información, seleccionar estrategias y justificar procedimientos. Cordero (2024) examinó la resolución de problemas desde la perspectiva de las competencias matemáticas en educación superior, mientras que Kras y Sant'Ana (2024) estudiaron las conexiones construidas por futuros docentes durante estas actividades. En este sentido, los resultados documentados aportaron evidencia relacionada con la pertinencia de incorporar problemas en la formación matemática universitaria.

La magnitud de las diferencias reportadas también requirió una lectura metodológica cuidadosa. El ANCOVA registró un eta cuadrado parcial de 0,559 y un tamaño del efecto ajustado de 2,218, mientras que las ganancias entre grupos presentaron un tamaño del efecto de 1,833. Aunque estas estimaciones describieron diferencias amplias en la escala utilizada, el diseño cuasiexperimental no permitió atribuirlas exclusivamente a la metodología aplicada. La ausencia de asignación aleatoria individual y la posible influencia de variables académicas previas limitaron la interpretación causal y la generalización de los resultados a otras poblaciones universitarias.

Entre las fortalezas del estudio se encontraron la aplicación de evaluaciones antes y después de la intervención, la incorporación de un grupo de control y el uso de procedimientos estadísticos complementarios. La intervención se desarrolló durante seis semanas y permitió documentar el desempeño de los grupos bajo dos modalidades de enseñanza. Sin embargo, el muestreo por conveniencia, la conformación previa de los grupos y la falta de información completa sobre las propiedades psicométricas del instrumento limitaron el alcance de las inferencias. Además, la duración de la intervención no permitió examinar la permanencia de los aprendizajes a largo plazo.

Una limitación documental importante surgió de la actualización de la muestra y del instrumento. Los resultados inferenciales del manuscrito correspondieron a 100 estudiantes y a una prueba descrita mediante diez ítems, mientras que la versión metodológica actualizada identificó 137 participantes y la aplicación del formulario MKT/LMT Number and Operations. Esta diferencia impidió considerar las estimaciones anteriores como resultados del instrumento actualizado. Por tanto, la contribución empírica definitiva requirió recalcular las comparaciones con los registros de los 137 participantes y documentar la versión, puntuación y propiedades de medición del formulario aplicado.

Las futuras investigaciones podrán ampliar la muestra mediante la participación de distintas instituciones y cohortes de estudiantes de Educación Básica, así como incorporar diseños experimentales o cuasiexperimentales con procedimientos más sólidos de control de variables. También resultará pertinente realizar mediciones de seguimiento para examinar la permanencia de los conocimientos y estudiar la relación entre el MKT/LMT Number and Operations y las prácticas de enseñanza matemática, será necesario documentar la validez y confiabilidad del instrumento en la población estudiada y analizar cómo el ABP se relacionó con la preparación de futuros docentes para explicar conceptos y atender dificultades de aprendizaje.

Conclusiones

Los resultados documentados permitieron establecer que la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas se relacionó con un mayor desempeño en las evaluaciones de comprensión matemática respecto de la metodología tradicional. La comparación de las puntuaciones iniciales y finales mostró un incremento en el grupo experimental, mientras que el grupo de control no registró una mejora estadísticamente significativa. En consecuencia, dentro de las condiciones del diseño cuasiexperimental desarrollado, el ABP constituyó una estrategia asociada con mejores resultados en el aprendizaje matemático de los estudiantes participantes.

En relación con las dimensiones evaluadas, el grupo experimental presentó incrementos en comprensión conceptual, representación matemática, razonamiento, resolución de problemas y aplicación contextualizada. Estos resultados evidenciaron variaciones positivas en los componentes considerados por el instrumento utilizado en la versión original del estudio, el análisis de covarianza registró diferencias entre los grupos después de considerar las puntuaciones iniciales. Por tanto, los resultados respaldaron la existencia de diferencias de desempeño entre las modalidades de enseñanza examinadas, dentro del contexto académico en el que se desarrolló la investigación.

Las conclusiones quedaron delimitadas por las características metodológicas y documentales del estudio. Los resultados estadísticos disponibles correspondieron a la

versión original, que incluyó cien participantes y una prueba de diez ítems, por lo que no permitieron establecer conclusiones empíricas definitivas sobre los 137 estudiantes ni sobre el formulario MKT/LMT Number and Operations informado posteriormente. En consecuencia, la contribución de estos hallazgos se circunscribió a la muestra y al instrumento originalmente analizados, y requirió una nueva validación estadística antes de atribuir sus resultados a la investigación actualizada.

Acerca de

Contribución de los autores: Los autores contribuyeron a la conceptualización del estudio, al desarrollo metodológico, al análisis e interpretación de los datos, a la redacción del manuscrito y a la revisión crítica de su contenido intelectual. Todos los autores aprobaron la versión final para su publicación.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Objetos de ciencia abierta: https://doi.org/10.59993/simbiosis.v6i16.163

Cómo citar: Sánchez Macías, W. O., Contreras Cruz, G. A., Mayorga Sánchez, H. T., Ramos Anchundia, J. M., & León-Reyes, B. B. (2026). Aprendizaje basado en problemas y comprensión matemática en estudiantes universitarios de Educación Básica. *Simbiosis, Revista de Educación y Psicología* *6*(16), 1-14. https://doi.org/10.59993/simbiosis.v6i16.163

Referencias

Arévalo-Duarte, M.-A., García-García, M.-Á., & Jaramillo-Benítez, J.-E. (2024). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como metodología para fortalecer la competencia matemática —resolución de problemas— en educación básica. *Cultura, Educación y Sociedad,* *15*(1), e03384443. https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/view/4443

Arias Santana, M. D., Sanchez Sepulveda, D., & Turbí Dipré, J. K. (2026). Gamificación en la enseñanza de la aritmética como estrategia para fortalecer el aprendizaje en secundaria. *Revista Escuela, Familia y Comunidad,* *5*(1), 53-66. https://doi.org/10.48190/revefc.v5n1a4

Barco Rojas, C. A., Jiménez Agudelo, M. A., & Raimundo Yaegashi, S. F. (2024). Aprendizaje basado en problemas para la enseñanza de matemáticas en administración pública. *Administración & Desarrollo,* *54*(2), e973. https://doi.org/10.22431/25005227.973

Carignano, C. E., Guardiola, M., Rabbia, E. M., & Rojas Heredia, E. (2025). IA generativa en la enseñanza de programación lineal: Errores, aprendizajes y construcción colectiva. *Colloquia, Revista académica de pensamiento y cultura, 12*(1), 184–200. https://colloquia.uhemisferios.edu.ec/index.php/colloquia/es/article/view/205

Cárdenas Jarrín, A. P., Morán Arévalo, A. A., Iñiguez Chávez, M. D., Arévalo Erique, M. A., & Montalván Salinas, J. A. (2025). Resolución de problemas y el aprendizaje significativo en la asignatura de matemáticas en estudiantes de educación superior. *Arandu UTIC, 12*(1), 4272–4282. https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.878

Carrillo Puga, S. E., León-Reyes, B. B., Ulloa Hernández, T. S., & Villacres Arias, G. E. (2024). El rol de las revistas científicas en la promoción de prácticas pedagógicas innovadoras. *Acción, 20*(Especial), 100–112. https://accion.uccfd.cu/index.php/accion/article/view/351

Castro, Á. N., Aguilera, C., & Chávez, D. (2022). *Robótica educativa como herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la formación universitaria de profesores de educación básica en tiempos de COVID-19.* Formación Universitaria. https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000200151

Chilán Intriago, B. D., & Párraga Álava, J. (2023). El aprendizaje basado en problemas como alternativa didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas. *Revista Científica Sinapsis, 1*(22). https://doi.org/10.37117/s.v1i22.712

Cordero, Y. (2024). Resolución de problemas y competencias matemáticas: Una mirada desde la educación superior. *Dialógica Revista Multidisciplinaria, 21*(2), 76–88. https://doi.org/10.56219/dialgica.v21i2.3302

Gibert Delgado, R. del P., Naranjo Vaca, G. E., & Gorina Sánchez, A. (2023). Comprensión textual en la resolución de problemas matemáticos. *Acta Universitaria, 33*, 1–16. https://doi.org/10.15174/au.2023.3809

Hernández-Domínguez, P. Y. (2024). Programa Fomentamos el Aprendizaje Basado en Problemas en la mejora del rendimiento matemático. *Revista Docentes 2.0, 17*(2). https://doi.org/10.37843/rted.v17i2.567

Jiménez Bajaña, S. R. (2024). Innovación en la enseñanza de matemáticas en la educación superior: Estrategias didácticas efectivas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(6). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14480

Kras, G. H., & Sant'Ana, M. de F. (2024). Estableciendo conexiones en la resolución de problemas matemáticos: Estrategias y enfoques docentes. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática, 15*(2). https://doi.org/10.26843/rencima.v15n2a16

Macías Alvarado, J. M., Castro Suárez, K. P., & León-Reyes, B. B. (2026). Desarrollo de habilidades blandas en estudiantes universitarios de Educación Inicial: diagnóstico en modalidad semipresencial. *Revista De Propuestas Educativas, 8*(18), 1–18. https://doi.org/10.33996/propuestaseducativas.v8i18.2

Macías Alvarado, J. M., & León Pírela, A. R. (2025). Desarrollo de las habilidades blandas en estudiantes universitarios de Educación Inicial. *Revista Escuela, Familia y Comunidad, 4*(2), 11-22. https://doi.org/10.48190/revefc.v4n2a1

Ordóñez Valencia, E. V., Ibarra Ordóñez, J. D., Moncayo Moyano, E. C., & Cárdenas Correa, E. M. (2024). Evaluación del aprendizaje basado en problemas en competencias aritméticas en estudiantes de educación básica. *Revista Imaginario Social, 7*(3). https://doi.org/10.59155/is.v7i3.227

Ortiz Díaz, J. A., & Cutimbo Lozano, G. F. (2022). Aprendizaje basado en problemas: Una metodología aplicada a la asignatura universitaria Matemática Básica. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación, (22), 155*–172. https://doi.org/10.51302/tce.2022.820

Osorio-Álzate, E. M., Aroca-Ramírez, D. C., Medina-Naranjo, E. C., Tovar-Torres, C., & Perico-Granados, N. (2024). Resolución de problemas matemáticos mediados por un videojuego educativo. *Novasinergia, 7*(2), 115–137. https://doi.org/10.37135/ns.01.14.07

Peñalo Ceballos, A., Soto Florentino, Y., & Turbí Dipré, J. K. (2026). Diagnóstico de estrategias de aprendizaje aplicadas en la enseñanza de la Matemática Finaciera en secundaria. *Revista Escuela, Familia y Comunidad, 5*(1), 39-52. https://doi.org/10.48190/revefc.v5n1a3

Pérez Vera, I. E., & Salazar Cortez, P. (2024). Diseño de un curso de formación inicial para profesores, que integra la modelación matemática escolar con evaluación de tecnologías. *El Cálculo y su Enseñanza, 20*(1). https://doi.org/10.61174/recacym.v20i1.215

Perlaza Cadena, R. E., & León-Reyes, B. B. (2025). Impacto del liderazgo pedagógico estratégico en la consolidación de culturas de innovación docente. *Mérito - Revista De Educación, 7*(21), 204–213. https://doi.org/10.37260/merito.i7n21.16

Rosado Rosado, K. J., Acaro Lapo, G. P., Cárdenas Chicaiza, E. V., & Valencia Núñez, E. R. (2024). Efectividad del uso de la aplicación GeoGebra en la resolución de problemas con números racionales. *Religación. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 9*(40), e2401198. https://doi.org/10.46652/rgn.v9i40.1198

Rubio Rodríguez, A. D., & Leon-Reyes, B. B. (2024). Actividades Deportivas para Mejorar el Aprendizaje en la Materia de Física. *Revista Científica de Salud y Desarrollo Humano, 5*(2), 398–409. https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i2.139

Zamora Arana, M. G., Sánchez Macías, W. O., Sánchez García, A. M., Álvarez Santos, A. P., & Leon-Reyes, B. B. (2025). Juego simbólico digital y función ejecutiva en niños de educación inicial. *Revista Peruana De Educación, 7*(15), 27–36. https://doi.org/10.37260/repe.v7n15.3

Este artículo está bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).