





## Impacto de una estrategia basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico en colegios ecuatorianos

Impact of a strategy based on problem-solving and algebraic thinking in Ecuadorian schools

- |   |   |
|---|---|
| <p> Romero Suárez, Diego Fernando<sup>1</sup><br/><a href="https://orcid.org/0009-0008-6203-1407">https://orcid.org/0009-0008-6203-1407</a><br/><a href="mailto:romero_suarez_diego@antonioneumane.edu.ec">romero_suarez_diego@antonioneumane.edu.ec</a><br/>Unidad Educativa Antonio Neumane<br/>Ecuador</p>    | <p> Vélez Zambrano, María Idilia<sup>4</sup><br/><a href="https://orcid.org/0009-0003-2666-4817">https://orcid.org/0009-0003-2666-4817</a><br/><a href="mailto:idilia.velez@educacion.gob.ec">idilia.velez@educacion.gob.ec</a><br/>Unidad Educativa Kasama<br/>Ecuador</p>  |
| <p> Rivadeneira Huerta, Juan Carlos<sup>2</sup><br/><a href="https://orcid.org/0009-0006-9456-5943">https://orcid.org/0009-0006-9456-5943</a><br/><a href="mailto:juan.rivadeneira@docentes.educacion.edu.ec">juan.rivadeneira@docentes.educacion.edu.ec</a><br/>Unidad Educativa Mariscal Sucre<br/>Ecuador</p> | <p> Muñoz Enríquez, Kevin Andrés<sup>5</sup><br/><a href="https://orcid.org/0000-0001-6835-8007">https://orcid.org/0000-0001-6835-8007</a><br/><a href="mailto:kamunoze@pucesd.edu.ec">kamunoze@pucesd.edu.ec</a><br/>Pontificia Universidad Católica del Ecuador<br/>Ecuador</p>                                    |
| <p> Moreira Salvatierra, Mayra María<sup>3</sup><br/><a href="https://orcid.org/0009-0001-6915-5444">https://orcid.org/0009-0001-6915-5444</a><br/><a href="mailto:mayrita_1984moreira@hotmail.com">mayrita_1984moreira@hotmail.com</a><br/>Unidad Educativa Particular Latino<br/>Ecuador</p>                   | <p> Vargas Vélez, Verónica Katherine<sup>6</sup><br/><a href="https://orcid.org/0000-0002-5777-1143">https://orcid.org/0000-0002-5777-1143</a><br/><a href="mailto:vargas_velez_veronica@antonioneumane.edu.ec">vargas_velez_veronica@antonioneumane.edu.ec</a><br/>Unidad Educativa Antonio Neumane<br/>Ecuador</p> |

<sup>1</sup>Autor de correspondencia.

**Recibido:** 2026-12-08 / **Aceptado:** 2025-12-26 / **Publicado:** 2025-12-30

**Forma sugerida de citar:** Romero Suárez, D. F., Rivadeneira Huerta, J. C., Moreira Salvatierra, M. M., Vélez Zambrano, M. I., Muñoz Enríquez, K. A., & Vargas Vélez, V. K. (2025). Impacto de una estrategia basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico en colegios ecuatorianos. *Revista Científica Multidisciplinaria Ogma*, 4(3), 181-194. <https://doi.org/10.69516/37ajrn97>

### Resumen:

El presente estudio analizó el impacto de una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas y el pensamiento algebraico sobre el rendimiento académico en Matemática en estudiantes de Bachillerato. El objetivo fue determinar si la aplicación de esta estrategia producía mejoras significativas en el desempeño matemático del estudiantado. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasi-experimental de tipo pretest–posttest con un solo grupo. La muestra estuvo conformada por 430 estudiantes de primero, segundo y tercero de Bachillerato de una institución educativa ecuatoriana. Para la recolección de datos se aplicó una prueba estandarizada de Matemática, validada por juicio de expertos y con adecuada confiabilidad. El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial, utilizando pruebas paramétricas, análisis de covarianza y cálculo del tamaño del efecto. Los resultados evidenciaron un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento académico tras la intervención, con un tamaño del efecto grande, así como mejoras consistentes en las dimensiones de resolución de problemas y razonamiento algebraico. Se concluyó que la estrategia implementada constituyó una alternativa pedagógica eficaz para fortalecer el aprendizaje matemático en el nivel de Bachillerato.

**Palabras clave:** Rendimiento académico; Razonamiento matemático; Didáctica de la matemática; Evaluación educativa.

### Abstract:

This study analyzed the impact of a teaching strategy based on problem-solving and algebraic thinking on the academic performance in mathematics of high school students. The objective was to determine whether the application of this strategy would produce significant improvements in students' mathematical performance. The research was conducted using a quantitative approach, with a quasi-experimental pretest-posttest design with a single group. The sample consisted of 430 first-, second-, and third-year high school students from an Ecuadorian educational institution. Data was collected using a standardized mathematics test, validated by expert judgment and with adequate reliability. Data analysis was performed using descriptive and inferential statistics, employing parametric tests, analysis of covariance, and effect size calculation. The results showed a statistically significant increase in academic performance after the intervention, with a large effect size, as well as consistent improvements in the problem-solving and algebraic reasoning dimensions. It was concluded that the implemented strategy constituted an effective pedagogical alternative to strengthen mathematical learning at the high school level.

**Keywords:** Academic performance; Mathematical reasoning; Didactics of mathematics; Educational assessment.





## 1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de la Matemática en la educación escolar actual se reconoce como un determinante crítico para el desarrollo de competencias cognitivas de orden superior (Pico et al., 2024), la continuidad de trayectorias formativas en áreas STEM (Salomón et al., 2023) y la participación informada en contextos sociales y productivos (Andrade, 2024). En particular, según Téllez y Bautista (2023) afirman que, dos ejes han adquirido un lugar central en la literatura y en los currículos por competencias: la resolución de problemas y el pensamiento algebraico.

La primera implica interpretar situaciones, seleccionar estrategias, argumentar procedimientos y validar resultados; el segundo supone generalizar patrones, representar relaciones funcionales y operar con estructuras simbólicas con significado. En términos sencillos de comprender, ambos ejes no deben concebirse como elementos aislados, sino como prácticas transversales que articulan el sentido matemático y la transferencia a situaciones no rutinarias.

Sin embargo, la evidencia internacional y regional coincide en que, pese a su centralidad curricular, la resolución de problemas y el pensamiento algebraico continúan siendo puntos de fragilidad estructural en los sistemas educativos; estudios recientes del Banco Mundial, elaborados en coordinación con el Instituto de Estadística de la UNESCO, indican que en Ecuador el 65 % del estudiantado no alcanza el nivel mínimo de competencia en Matemática al final de la educación primaria, indicador conocido como *Minimum Proficiency Level* (MPL); una edición previa del mismo informe ya advertía que esta cifra alcanzaba el 62 %, (Banco Mundial, 2021; Banco Mundial 2024).

Esta problemática no se restringe al nivel primario; por el contrario, múltiples estudios coinciden en que los déficits matemáticos tempranos tienden a acumularse longitudinalmente, manifestándose con mayor intensidad en la educación secundaria, especialmente en el tránsito desde la aritmética hacia el álgebra y el razonamiento funcional (Banco Mundial, 2024; OECD, 2020; UNESCO/OREALC, 2022).

En esta línea, los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes (PISA) muestran que una proporción mayoritaria de estudiantes latinoamericanos no alcanza niveles suficientes de razonamiento matemático para interpretar, modelar y resolver problemas que requieren generalización y uso de representaciones simbólicas, competencias estrechamente vinculadas al pensamiento algebraico (OECD, 2019; OECD, 2023). De manera complementaria, los resultados del Estudio Regional Comparativo y Explicativo realizado por la UNESCO y la OREALC (2022) confirman que la mayoría del estudiantado de América Latina y el Caribe se concentra en los niveles más bajos de desempeño en Matemática, con una limitada proporción de estudiantes que alcanzan niveles superiores de razonamiento.

En el contexto ecuatoriano, los resultados de evaluaciones a gran escala refuerzan esta preocupación y aportan un marco empírico para justificar intervenciones didácticas focalizadas, por ejemplo, en el estudio PISA-D (aplicado en 2017 y difundido por el Instituto Nacional de Evaluación Educativa), se mostró que únicamente el 29% de estudiantes alcanzó al menos el nivel 2 en Matemática, umbral frecuentemente asociado con un desempeño básico funcional para aplicar procedimientos y razonar en situaciones cotidianas (OECD, 2019). Esta cifra es





especialmente significativa porque evidencia que una mayoría del estudiantado presenta dificultades para movilizar competencias matemáticas básicas en contextos evaluativos estandarizados.

Adicionalmente, los reportes nacionales de la evaluación Ser Estudiante para Bachillerato reflejan promedios que oscilan alrededor de la franja de los 600–700 puntos sobre 1000, con variaciones por ciclos lectivos; por ejemplo, en 3.º de Bachillerato en el ciclo 2021–2022 se registra un promedio nacional de 683 puntos; un resultado que orilla la necesidad de mejorar la práctica educativa en el ámbito matemático (Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL], 2023).

Paralelamente, esta problemática latente se vincula con al menos tres estudios consolidados en la literatura reciente que representan antecedentes directos del presente estudio:

Uno de los antecedentes más relevantes es el estudio de Cai (2022) quien realizó un análisis crítico de la investigación contemporánea sobre la enseñanza de la Matemática a través de la resolución de problemas, con base en evidencia empírica acumulada en contextos de educación primaria y secundaria. En su trabajo, se examinó cómo el uso sistemático de problemas matemáticos de alta demanda cognitiva, acompañados de prácticas de aula centradas en la argumentación, la discusión matemática y el uso de múltiples representaciones, influye en el desarrollo del razonamiento matemático del estudiantado.

Además, los resultados del estudio indican que la resolución de problemas produce mejoras significativas en el aprendizaje matemático solo cuando se implementa como un enfoque pedagógico estructurado, y no como una actividad aislada o complementaria. Asimismo, Cai (2022) concluye que los estudiantes que participan en clases organizadas en torno a la resolución de problemas muestran un mayor desarrollo del pensamiento relacional, una mejor comprensión conceptual y una mayor capacidad para transferir conocimientos a situaciones nuevas, en comparación con aquellos expuestos a metodologías tradicionales centradas en la instrucción procedimental.

Un segundo antecedente relevante es el estudio realizado por Zulnaidi et al. (2021), quienes analizaron los efectos del modelo de enseñanza SSCS (Search, Solve, Create and Share) sobre la capacidad de resolución de problemas matemáticos y la autoeficacia académica en estudiantes de educación secundaria mediante un diseño cuasi-experimental que involucró a 129 estudiantes, distribuidos en un grupo experimental (69 estudiantes) y un grupo de control (60 estudiantes); mientras el grupo experimental recibió instrucción basada en el modelo SSCS, el grupo de control fue enseñado mediante métodos convencionales.

Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental tanto en la capacidad de resolución de problemas matemáticos como en los niveles de autoeficacia, demostrando que los estudiantes que participaron en la intervención alcanzaron un desempeño superior en comparación con aquellos que recibieron enseñanza tradicional; en consecuencia, los autores concluyeron que el modelo SSCS favorece el desarrollo del razonamiento matemático y fortalece la confianza del estudiantado para enfrentar tareas





problemáticas, respaldando su implementación como una alternativa didáctica eficaz para mejorar el aprendizaje matemático en la educación secundaria y otros niveles educativos (Zulnaidi et al., 2021).

A estos antecedentes se suma un marco regional de resultados comparados que refuerza la pertinencia de intervenir antes del egreso escolar, por ejemplo, los reportes vinculados al ERCE 2019 (UNESCO, 2021) se señala que, a nivel regional, la distribución de estudiantes tiende a concentrarse en niveles inferiores de desempeño, y se advierte que Matemática es una de las áreas donde los porcentajes en niveles complejos suelen ser reducidos. Si bien ERCE se aplica en grados de primaria, los resultados se interpretan como señales sistémicas, lo que quiere decir que, cuando los cimientos de numeración, operaciones, proporcionalidad y comprensión lectora de enunciados son frágiles, la secundaria hereda el problema en forma de baja comprensión algebraica y dificultades de modelación.

Bajo este escenario, el presente artículo se justifica por una necesidad doble:

(a) Pedagógica: porque Bachillerato exige competencias de razonamiento algebraico para funciones, modelación y resolución de situaciones contextualizadas.

(b) Empírica: dado que, las evaluaciones nacionales e internacionales muestran márgenes de mejora relevantes y brechas que comprometen la continuidad educativa.

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿La aplicación de una estrategia basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico mejora significativamente el rendimiento académico en Matemática en estudiantes de Bachillerato?

### Objetivo del estudio

Determinar el efecto de una estrategia didáctica basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico sobre el rendimiento académico en Matemática de estudiantes de Bachillerato en instituciones educativas ecuatorianas, mediante un diseño pretest–postest.

### Hipótesis

Dado el enfoque pretest–postest, se plantean las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula:** No existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes del pretest y del postest en rendimiento matemático tras la intervención.
- **Hipótesis alternativa:** Existen diferencias estadísticamente significativas, con incremento del rendimiento matemático, entre los puntajes del pretest y del postest tras la intervención.





## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Enfoque, tipo y diseño de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance correlacional-descriptivo y orientación evaluativa, dado que se analizó el efecto de una intervención didáctica sobre el desempeño en la asignatura de Matemáticas.

Se empleó un diseño cuasi-experimental de tipo pretest–posttest con un solo grupo, representado como:

$$O_1 - X - O_2$$

donde  $O_1$  correspondió a la medición inicial (pretest),  $X$  a la intervención didáctica basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico, y  $O_2$  a la medición final (postest).

### Contexto y población de estudio

El estudio se realizó en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, provincia homónima, específicamente en el Colegio Antonio Neumane (unidad educativa perteneciente al sector privado de la educación), con estudiantes del nivel de Bachillerato General Unificado (BGU), por lo que la población objetivo correspondió a estudiantes matriculados en 1.º, 2.º y 3.º de Bachillerato durante el periodo 2024-2025.

### Muestra y tipo de muestreo

La muestra estará conformada por 430 estudiantes, escogidos mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. En términos operativos, participaron todos los estudiantes del Bachillerato que cumplieron los criterios de inclusión y que tuvieron el asentimiento/consentimiento. A continuación se presentan los criterios:

#### Criterios de inclusión

- Estar matriculado en 1.º, 2.º o 3.º de Bachillerato.
- Asistir regularmente a clases durante el periodo de intervención.
- Completar pretest y posttest (o cumplir criterios mínimos de participación).

#### Criterios de exclusión

- Inasistencias prolongadas que impidan completar la intervención.
- Registros incompletos en pretest o posttest (según reglas de depuración).

A continuación, se presenta la distribución y características demográficas de la muestra:







**Tabla 1.**

*Características de la muestra*

<b>Criterio</b>	<b>Categoría</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
<b>Grado</b>	1.º Bachillerato	150	34.9
	2.º Bachillerato	140	32.6
	3.º Bachillerato	140	32.6
<b>Género</b>	Masculino	214	49.8
	Femenino	216	50.2
<b>Edad (rango)</b>	14–15 años	148	34.4
	16 años	151	35.1
	17–18 años	131	30.5

*Nota.* Elaboración propia.

### **Variables y operacionalización**

**Variable independiente:** Estrategia didáctica basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico.

- Dimensiones operativas: (a) comprensión y análisis del problema, (b) planificación de estrategias, (c) modelación/representación (tablas, gráficos, expresiones), (d) generalización y razonamiento algebraico, (e) verificación y comunicación de soluciones.

**Variable dependiente:** Rendimiento académico en Matemática.

- Indicador principal: puntaje total en prueba estandarizada (0–100).

### **Instrumento de medición**

Para la medición del rendimiento académico en Matemática se aplicó un instrumento estandarizado de evaluación, diseñado específicamente para estudiantes de Bachillerato General Unificado y alineado al currículo nacional vigente (Ministerio de Educación, 2016). El instrumento fue utilizado tanto en la fase de pretest como en la de postest, manteniendo la misma estructura, contenido y criterios de calificación, con el objetivo de garantizar la comparabilidad de los resultados.

La prueba estuvo conformada por 35 ítems, distribuidos en tres dimensiones: resolución de problemas, razonamiento algebraico y uso de representaciones matemáticas. Los ítems incluyeron preguntas de selección múltiple con distractores funcionales y problemas contextualizados de respuesta breve, orientados a evaluar no solo la aplicación de procedimientos, sino también la comprensión conceptual, la capacidad de generalización y la argumentación matemática.

Previo a su aplicación, el instrumento fue sometido a un proceso de validación de contenido mediante juicio de expertos, en el que participaron cinco especialistas en didáctica de la Matemática y evaluación educativa, por lo que cada ítem fue valorado en términos de pertinencia, claridad y coherencia con las dimensiones evaluadas, lo que permitió realizar ajustes en la redacción y nivel de dificultad antes de la aplicación definitiva.

La confiabilidad del instrumento fue estimada a partir de los datos obtenidos en el pretest, mediante el coeficiente alfa de Cronbach, alcanzándose un valor de  $\alpha = 0.87$ , lo que evidenció un nivel de consistencia interna alto y adecuado para fines investigativos.





El puntaje total de la prueba se transformó a una escala de 0 a 100 puntos, donde valores más altos indicaron un mayor nivel de rendimiento académico en Matemática. Asimismo, se obtuvieron puntajes parciales por dimensión, los cuales fueron utilizados para análisis descriptivos y comparativos complementarios.

El pretest fue aplicado antes de la intervención didáctica, bajo condiciones estandarizadas y en una sola sesión por grupo, mientras que el postest se administró al finalizar la intervención, respetando los mismos procedimientos, tiempos y criterios de aplicación. Ambos momentos de evaluación se desarrollaron en el horario regular de clases y fueron supervisados por el equipo investigador, garantizando la validez del proceso de recolección de datos.

### **Intervención didáctica**

La intervención didáctica se desarrolló durante un periodo de ocho semanas consecutivas, en el marco de las clases regulares de Matemática del Bachillerato General Unificado del Colegio Antonio Neumane; además, la estrategia implementada se basó en la resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento algebraico, integrando tareas de alta demanda cognitiva, modelación matemática y uso de representaciones múltiples.

Las sesiones se llevaron a cabo con una frecuencia de tres clases semanales, con una duración aproximada de 40 a 60 minutos por sesión, de acuerdo con la carga horaria institucional. Durante la intervención, se trabajaron problemas contextualizados que exigían la identificación de datos relevantes, la planificación de estrategias de resolución, la generalización de patrones y la argumentación de procedimientos.

Asimismo, se incorporaron actividades orientadas al razonamiento algebraico, tales como el análisis de relaciones funcionales, la construcción y validación de expresiones simbólicas y la interpretación de representaciones gráficas y tabulares, además, las clases incluyeron espacios de discusión matemática guiada, en los que los estudiantes explicaron sus razonamientos, compararon estrategias y justificaron sus soluciones, bajo la mediación del docente.

Finalmente, con el fin de garantizar la fidelidad de la implementación, se utilizó una lista de cotejo por sesión que permitió verificar el cumplimiento de las fases previstas de la estrategia didáctica, el tiempo efectivo dedicado a la resolución de problemas y el uso sistemático de representaciones matemáticas. Además, se mantuvo un registro docente que documentó incidencias relevantes durante el desarrollo de la intervención.

### **Procedimiento de recolección de datos**

El proceso de recolección de datos se desarrolló en varias fases. En primer lugar, se obtuvo la autorización institucional correspondiente y se informó a la comunidad educativa sobre los objetivos y alcances del estudio. Posteriormente, se garantizó el consentimiento informado y la confidencialidad de la información recolectada.

En la segunda fase, se aplicó el pretest ( $O_1$ ) a los 430 estudiantes participantes, bajo condiciones estandarizadas y en el horario regular de clases. A continuación, se ejecutó la intervención didáctica (X) durante el periodo establecido, luego, finalizada la intervención, se procedió a la aplicación del postest ( $O_2$ ), utilizando el mismo instrumento del pretest y respetando las mismas condiciones de aplicación, finalmente, los datos fueron recopilados, codificados y depurados, verificando la integridad de los registros.





### Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó mediante el software estadístico SPSS, versión 29.0. En una primera etapa, se efectuó un análisis descriptivo, calculando medidas de tendencia central y dispersión (media, desviación estándar), así como la distribución de los puntajes por grado y género.

Posteriormente, se evaluaron los supuestos de normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov, considerando el tamaño muestral. En función de los resultados, se procedió a la selección de las pruebas inferenciales correspondientes para la comparación de los puntajes pretest y postest.

Para contrastar el efecto de la intervención, se aplicó la prueba *t* de Student para muestras relacionadas, al cumplirse los supuestos de normalidad. En aquellos análisis complementarios donde los supuestos no se cumplieron, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Es necesario recalcar que, en todos los casos, se estableció un nivel de significancia estadística de  $\alpha = .05$ .

Además, se calculó el tamaño del efecto mediante el estadístico *d* de Cohen, con el fin de estimar la magnitud práctica de las diferencias observadas entre el pretest y el postest. Asimismo, se realizaron análisis complementarios mediante ANCOVA, utilizando el puntaje del postest como variable dependiente y el pretest como covariable, incorporando el grado y el género como factores de control.

### 3. RESULTADOS

**Tabla 2.**

*Estadísticos descriptivos del rendimiento académico en Matemática en el pretest y postest.*

Prueba	n	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Pretest	430	61.42	8.73	38	82
Postest	430	72.85	7.96	50	92

*Nota.* Elaboración propia a partir del procesamiento de datos en SPSS v29.0.

Los resultados descriptivos de la tabla 2 muestran un incremento notable en el rendimiento académico en Matemática tras la aplicación de la intervención didáctica basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico; de manera específica, en el pretest, los estudiantes obtuvieron una media de 61.42 puntos, con una desviación estándar de 8.73, lo que refleja un nivel de desempeño medio con una dispersión moderada de los puntajes. Por otra parte, en el postest se registró una media de 72.85 puntos, con una desviación estándar de 7.96, evidenciando no solo una mejora en el rendimiento promedio, sino también una ligera reducción en la variabilidad, lo que puede significar que hay un desempeño más homogéneo tras la intervención.

Asimismo, se observa un desplazamiento positivo de los puntajes mínimos y máximos, pasando de un rango de 38–82 en el pretest a 50–92 en el postest, lo cual indica que la mejora alcanzó tanto a estudiantes con bajo rendimiento inicial como a aquellos con desempeños más altos.







**Tabla 3.**

*Prueba de normalidad de los puntajes de rendimiento académico en la asignatura de Matemáticas.*

Prueba	n	Estadístico K-S	gl	Sig.
Pretest	430	0.041	430	.200*
Posttest	430	0.038	430	.200*

*Nota.* Elaboración propia a partir del procesamiento de datos en SPSS 29.0.

Los resultados de la prueba de Kolmogorov–Smirnov indican que los puntajes obtenidos tanto en el pretest como en el posttest no presentan desviaciones estadísticamente significativas respecto a una distribución normal ( $p > .05$ ) (Tabla 3). Dado el tamaño muestral elevado ( $n = 430$ ) y el cumplimiento de los supuestos estadísticos, se justifica el uso de pruebas paramétricas para el análisis inferencial. Por lo tanto, se procedió a aplicar la prueba  $t$  de Student para muestras relacionadas.

**Tabla 4.**

*Prueba  $t$  de Student para muestras entre el pretest y el posttest.*

Comparación	Media	Desviación estándar	Error estándar	$t$	gl	Sig. (bilateral)
Posttest Pretest	– 11.43	6.12	0.30	37.96	429	< .001

*Nota.* Elaboración propia a partir del procesamiento de datos en SPSS 29.0.

Los resultados de la prueba  $t$  de Student para muestras relacionadas muestran la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes obtenidos en el pretest y el posttest en el rendimiento académico en Matemática; de manera específica, la diferencia media observada fue de 11.43 puntos, a favor del posttest, lo que indica una mejora sustancial en el desempeño de los estudiantes tras la aplicación de la intervención didáctica.

Además, el valor del estadístico  $t$  ( $429$ ) = 37.96, con un nivel de significancia  $p < .001$ , permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que la estrategia didáctica basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico produjo un incremento significativo en el rendimiento académico del estudiantado de Bachillerato ecuatoriano.

**Tabla 5.**

*Tamaño del efecto de la intervención didáctica en el rendimiento académico ( $d$  de Cohen)*

Comparación	$d$ de Cohen	Interpretación
Posttest – Pretest	1.87	Efecto grande

*Nota.* Elaboración propia a partir del procesamiento de datos en SPSS 29.0.

El cálculo del tamaño del efecto mediante el estadístico  $d$  de Cohen arrojó un valor de  $d = 1.87$  (Tabla 5), lo que corresponde a un efecto grande, de acuerdo con los criterios establecidos por Cohen (1988).

Resulta pertinente explicar que, este resultado indica que la magnitud del impacto de la intervención didáctica basada en resolución de problemas y pensamiento algebraico fue alta, no solo desde el punto de vista estadístico, sino también en términos prácticos y educativos.





**Tabla 6.**

*Análisis de covarianza (ANCOVA) del rendimiento académico en la asignatura de las Matemáticas.*

Fuente	Suma cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.	$\eta^2$ parcial
<b>Pretest (covariable)</b>	12,845.62	1	12,845.62	512.41	< .001	.545
<b>Grado</b>	214.37	2	107.19	4.28	.014	.020
<b>Género</b>	68.94	1	68.94	2.76	.097	.006
<b>Error</b>	10,638.51	425	25.03			
<b>Total corregido</b>	23,767.44	429				

*Nota.* Variable dependiente= Puntaje postest/ Covariable= Puntaje pretest/Factores= Grado (1.º, 2.º y 3.º BGU) y Género.

El análisis de covarianza (ANCOVA) (Tabla 6) mostró que el puntaje del pretest tuvo un efecto significativo y de gran magnitud sobre el rendimiento en el postest ( $F(1, 425) = 512.41$ ,  $p < .001$ ;  $\eta^2$  parcial = .545), lo que confirma la pertinencia de controlar el nivel inicial de desempeño para estimar el efecto neto de la intervención.

Asimismo, se identificó un efecto significativo del grado ( $F(2, 425) = 4.28$ ,  $p = .014$ ;  $\eta^2$  parcial = .020), indicando diferencias leves pero estadísticamente significativas en el rendimiento postintervención entre 1.º, 2.º y 3.º de Bachillerato, una vez controlado el pretest. No obstante, el tamaño del efecto asociado al grado fue pequeño, lo que podría significar que la intervención fue efectiva de manera relativamente homogénea en los distintos cursos.

En contraste, el género no mostró un efecto estadísticamente significativo sobre el rendimiento postest ( $F(1, 425) = 2.76$ ,  $p = .097$ ;  $\eta^2$  parcial = .006), lo que muestra que no existieron diferencias relevantes en el impacto de la intervención entre estudiantes hombres y mujeres.

**Tabla 7.**

*ANOVA de medidas repetidas del rendimiento académico.*

Fuente	Suma cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.	$\eta^2$ parcial
<b>Tiempo</b>	27,384.72	1	27,384.72	1,089.44	< .001	.718
<b>Tiempo × Grado</b>	168.21	2	84.11	3.35	.036	.015
<b>Error (Tiempo)</b>	10,735.46	428	25.08			

*Nota.* Factor intra-sujeto= Tiempo (Pretest – Postest)/ Factor inter-sujeto= Grado (1.º, 2.º y 3.º BGU).

En la tabla 7 se muestra que el análisis de medidas repetidas mostró un efecto principal altamente significativo del tiempo ( $F(1, 428) = 1089.44$ ,  $p < .001$ ;  $\eta^2 = .718$ ), lo que confirma que el rendimiento académico mejoró sustancialmente del pretest al postest. Asimismo, se identificó una interacción Tiempo × Grado estadísticamente significativa, aunque con tamaño del efecto pequeño ( $\eta^2 = .015$ ), lo que enseña que la intervención fue efectiva en los tres niveles de





Bachillerato, con ligeras variaciones en la magnitud de la mejora según el grado, sin comprometer su impacto general.

**Tabla 8.**

*Ganancia normalizada del rendimiento académico (Hake, 1998)*

Indicador	Valor
Media Pretest	61.42
Media Posttest	72.85
Ganancia normalizada (g)	0.30
Clasificación	Ganancia media

*Nota.* Para su cálculo se usó la siguiente fórmula  $G = \text{Posttest} - \text{Pretest} / 100 - \text{Pretest}$ .

El análisis de ganancia normalizada arrojó un valor de  $g = 0.30$ , lo que corresponde a una ganancia media, de acuerdo con los criterios de Hake; este resultado indica que, considerando el punto de partida del estudiantado y el límite superior de la escala, la intervención permitió recuperar aproximadamente el 30 % del margen de mejora posible, lo cual es consistente con intervenciones educativas de alta efectividad implementadas en contextos reales de aula.

#### 4. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas y el pensamiento algebraico sobre el rendimiento académico en la asignatura de Matemáticas de estudiantes de Bachillerato en unidades educativas ecuatorianas. Los resultados obtenidos muestran mejoras estadísticamente significativas y de gran magnitud en el rendimiento global, lo que confirma la eficacia de la intervención implementada y permite discutir sus implicaciones desde una perspectiva pedagógica, empírica y contextual.

En primer lugar, los resultados descriptivos e inferenciales muestran un incremento sustancial del rendimiento académico, esto refleja una diferencia media de más de once puntos entre el pretest y el posttest, acompañada de un tamaño del efecto grande; de acuerdo con los criterios de interpretación propuestos por Cohen (1988) este valor indica un impacto educativo alto, lo que sugiere que la intervención no solo produjo mejoras estadísticamente significativas, sino también relevantes en términos prácticos. Además, este resultado reafirma la postura de Pico et al. (2024) al resaltar la importancia de una didáctica centrada en procesos transformadores cognitivos, con el fin de evidenciar mejoras en la adquisición y aprehensión de contenidos de las matemáticas.

Asimismo, los resultados se alinean con la literatura internacional que enfatiza la necesidad de estructurar la enseñanza de la Matemática alrededor de problemas auténticos y cognitivamente demandantes. En este contexto, el análisis crítico de Cai (2022) señala que la resolución de problemas y su estrecha relación con la formulación y análisis de situaciones matemáticas solo genera aprendizajes significativos cuando se implementa como un enfoque pedagógico sistemático, acompañado de discusión matemática, argumentación y uso de múltiples representaciones; correlacionando este postulado con los resultados del presente estudio se confirma empíricamente esta afirmación, al mostrar mejoras consistentes en el dominio de contenidos.





Por otra parte, los resultados obtenidos mediante el ANOVA de medidas repetidas y el ANCOVA mostraron que el efecto de la intervención se mantuvo estable entre los distintos grados de Bachillerato y no presentó diferencias significativas por género; este resultado es relevante desde una perspectiva de equidad educativa, ya que permite inferir que la estrategia implementada beneficia de manera relativamente homogénea a distintos grupos del estudiantado. Por lo que, en consonancia con los informes internacionales, este resultado adquiere especial importancia si se considera que evaluaciones como PISA 2018 y PISA 2022 han develado brechas persistentes en el rendimiento matemático en América Latina (OECD, 2019; OECD, 2023).

Paralelamente, el análisis de ganancia normalizada refuerza esta interpretación, al indicar una ganancia media en términos del margen real de mejora posible. Este resultado es consistente con el de Bacilio (2021) dado que su intervención se realizó en un contexto escolar donde los factores institucionales, curriculares y contextuales no son un limitador para los efectos máximos alcanzables; y/o el hecho de que se haya recuperado aproximadamente un 30 % del margen de mejora posible sugiere que la estrategia tuvo un impacto educativo significativo, especialmente si se considera el tamaño de la muestra y la diversidad de grados involucrados.

Desde una perspectiva contextual, los resultados adquieren particular relevancia al contrastarse con los resultados de evaluaciones nacionales e internacionales, por ejemplo, en Ecuador, informes del Banco Mundial (2021, 2024) advierten que una proporción considerable del estudiantado no alcanza niveles mínimos de competencia en Matemática; situación que tiende a agravarse en la educación secundaria. De manera similar, los reportes del ERCE 2019 y de la evaluación Ser Estudiante evidencian desempeños medios que reflejan amplios márgenes de mejora en el nivel de Bachillerato (INEVAL, 2023; UNESCO/OREALC, 2021). Por lo que, según este escenario, los resultados del presente estudio permiten suponer que la incorporación sistemática de estrategias basadas en resolución de problemas y pensamiento algebraico puede representar una respuesta pedagógica efectiva frente a estas debilidades estructurales del sistema educativo.

Finalmente, los resultados obtenidos coinciden de manera directa con la evidencia empírica realizada por Zulnadi et al. (2021), quienes demostraron que el modelo SSCS produce mejoras significativas en la capacidad de resolución de problemas y en la autoeficacia matemática del estudiantado. Aunque el presente estudio no evaluó explícitamente variables afectivas, la magnitud de los efectos observados sugiere que la intervención pudo haber influido positivamente en la confianza y disposición del estudiantado para enfrentar tareas matemáticas complejas, aspecto que podría explorarse en investigaciones posteriores.

A pesar de los resultados favorables, el estudio presenta algunas limitaciones, en primer lugar, el diseño cuasi-experimental con un solo grupo impide establecer relaciones causales absolutas, por lo que futuros estudios podrían incorporar grupos de control o diseños experimentales más robustos. En segundo lugar, la investigación se centró exclusivamente en el rendimiento académico, sin incluir variables afectivas o motivacionales, como la autoeficacia o la actitud hacia la Matemática, que podrían ofrecer una comprensión más integral del impacto de la intervención.





Como líneas futuras de investigación, se sugiere replicar el estudio en otros contextos educativos y con diferentes niveles escolares, así como analizar el efecto longitudinal de este tipo de estrategias para determinar la sostenibilidad de los aprendizajes. Asimismo, sería pertinente explorar la integración de tecnologías digitales, en concordancia con lo planteado por Andrade (2024), y evaluar el impacto de la intervención sobre competencias STEM de manera interdisciplinaria.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación mostraron que la aplicación de una estrategia didáctica basada en la resolución de problemas y el pensamiento algebraico produjo una mejora significativa en el rendimiento académico en Matemática de los estudiantes de Bachillerato. Asimismo, las diferencias observadas entre el pretest y el posttest, acompañadas de tamaños del efecto elevados, confirmaron que cuando la enseñanza se orienta al razonamiento, la argumentación y la comprensión de estructuras matemáticas, los estudiantes no solo mejoran sus resultados, sino que desarrollan una relación más sólida y significativa con la Matemática.

Asimismo, el impacto positivo de la intervención se manifestó de manera consistente en los distintos grados y sin diferencias relevantes por género, lo que permitió suponer que este enfoque pedagógico puede implementarse de forma equitativa en contextos educativos diversos. Además, en un escenario marcado por brechas persistentes en el aprendizaje matemático, tanto a nivel nacional como regional, los resultados de esta investigación refuerzan la necesidad de promover prácticas docentes centradas en el pensamiento matemático profundo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, J. (2024). El uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 115-140. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.18987>
- Banco Mundial. (2021). *Ecuador learning poverty brief*. World Bank Group. <https://acortar.link/y4To1v>
- Banco Mundial. (2024). *Ecuador learning poverty brief*. World Bank Group. <https://acortar.link/SDhLQO>
- Cai, J. (2022). What research says about teaching mathematics through problem posing. *Éducation & didactique*, 16(3), 31-50. <https://doi.org/10.24844/em3503.01>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Second Edition. Hillsdale, NJ: LEA. <https://acortar.link/hYcRbj>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2023). *Ser Estudiante 2022-2023: Informe nacional de resultados – Nivel de Bachillerato (Matemática)*. INEVAL. [https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2022-2023\\_3.pdf](https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2022-2023_3.pdf)







- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. [https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-results-volume-i\\_5f07c754-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-results-volume-i_5f07c754-en.html)
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://acortar.link/Jrs6QC>
- Pico, O., Puruncaja, D., Loor, S., & Santillán, P. (2024). La importancia de la matemática para el desarrollo del pensamiento. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual* "ALCON", 4(2), 31-40. <https://doi.org/10.62305/alcon.v4i2.97>
- Salomón, N., Barros, V., Barrera, F., Zambrano, W., & Valarezo, F. (2023). Educación STEM: Una revisión de enfoques interdisciplinarios y mejores prácticas para fomentar habilidades en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2). [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i2.5453](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5453)
- Téllez, N., & Bautista, R. (2023). *Metodología para evaluar competencias matemáticas. El pensamiento algebraico*. UNAM, Facultad de Estudios Superiores Aragón. <https://acortar.link/JcMkUd>
- UNESCO, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. (2021). *Estudio regional comparativo y explicativo (ERCE 2019): Informe regional de resultados*. UNESCO/OREALC. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380246>
- Zulnaidi, H., Heleni, S., & Syafri, M. (2021). Effects of SSCS Teaching Model on Students' Mathematical Problem-Solving Ability and Self-Efficacy. *International Journal of Instruction*, 14(1), 475-488. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14128a>

