



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.982>

**Recibido:** 2026-06-11

**Aceptado:** 2026-06-23

**Publicado:** 2026-07-03

## De la aritmética a la formalización algebraica: barreras cognitivas en estudiantes de octavo año de EGB

### From Arithmetic to Algebraic Formalization: Cognitive Barriers Among Eighth-Grade EGB Students

#### Autor(s)

**Santiago Israel Arciniega Castro**<sup>1</sup>  
[aarciniegac@unemi.edu.ec](mailto:aarciniegac@unemi.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0002-0268-5595>  
**Universidad Técnica Particular de Loja**  
Ibarra – Ecuador

**Karla Belen Tapia Castro**<sup>2</sup>  
[belencitac137@hotmail.es](mailto:belencitac137@hotmail.es)  
<https://orcid.org/0009-0002-0235-6409>  
**Universidad Internacional de la Rioja**  
Ibarra – Ecuador

**Tania Mercedes López Zambrano**<sup>3</sup>  
[lopez\\_1225@hotmail.com](mailto:lopez_1225@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0003-6991-5049>  
**Universidad Internacional de la Rioja**  
La Troncal – Ecuador

**Glenda Germania Patiño Rivera**<sup>4</sup>  
[glendacarolina010@hotmail.com](mailto:glendacarolina010@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0002-0624-6752>  
**Universidad Estatal de Milagro**  
El Triunfo – Ecuador

**Samyr Gabriel Arciniega Castro**<sup>5</sup>  
[samirarciniega213@gmail.com](mailto:samirarciniega213@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0009-6498-5340>  
**Universidad Técnica Particular de Loja**  
Ibarra – Ecuador

#### Como Citar

Arciniega Castro , S. I., Tapia Castro , K. B., López Zambrano , T. M., Patiño Rivera, G. G., & Arciniega Castro , S. G. (2026). De la aritmética a la formalización algebraica: barreras cognitivas en estudiantes de octavo año de EGB. *ASCE MAGAZINE*, 5(3), 171–190. <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.982>



---

## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar las barreras cognitivas, los obstáculos epistemológicos y los factores psicoafectivos presentes en la transición de la aritmética al álgebra en estudiantes de octavo año de Educación General Básica. Se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, de alcance descriptivo y corte transversal. La muestra estuvo conformada por 62 estudiantes ( $n = 62$ ), seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia a través de la técnica de grupos intactos. Los resultados evidenciaron una marcada asimetría en el desempeño cognitivo de los participantes, donde se observó un rendimiento promedio del 82.53 % en tareas de carácter aritmético, que disminuyó significativamente al 47.00 % al enfrentarse a situaciones de abstracción algebraica. Esta diferencia fue confirmada mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon ( $Z = -2.87$ ;  $p = .004$ ). Asimismo, se identificaron barreras significativas relacionadas con la interpretación relacional del signo igual, dado que el 64.51 % de los estudiantes mantuvo una concepción predominantemente procedimental; con la restricción semántica o cosificación de las literales, reflejada en un nivel de comprensión adecuado de apenas el 29.03 %; y con una elevada intolerancia a la falta de clausura, puesto que únicamente el 11.30 % logró resolver correctamente las tareas planteadas. Los hallazgos sugieren la presencia de un importante obstáculo epistemológico asociado a prácticas de enseñanza aritmética centradas en procedimientos mecánicos.

**Palabras clave:** álgebra; aprendizaje matemático; dificultades de aprendizaje; educación secundaria; tecnología educativa; razonamiento algebraico.



---

## Abstract

This study aimed to analyze the cognitive barriers, epistemological obstacles, and psycho-affective factors involved in the transition from arithmetic to algebra among eighth-grade students in General Basic Education. It employed a quantitative approach with a non-experimental, descriptive, and cross-sectional design. The sample consisted of 62 students ( $n = 62$ ), selected via non-probability convenience sampling using intact groups. The results revealed a marked disparity in the participants' cognitive performance: an average score of 82.53% on arithmetic tasks dropped significantly to 47.00% when students faced situations requiring algebraic abstraction. This difference was confirmed by the Wilcoxon signed-rank test ( $Z = -2.87$ ;  $p = .004$ ). Furthermore, significant barriers were identified regarding the relational interpretation of the equals sign as 64.51% of students held a predominantly procedural conception and regarding the semantic restriction or reification of literal symbols, reflected in an adequate comprehension level of only 29.03%. Additionally, a high level of intolerance toward the lack of closure was observed, given that only 11.30% of students correctly solved the assigned tasks. The findings suggest the presence of a major epistemological obstacle linked to arithmetic teaching practices centered on mechanical procedures.

**Keywords:** algebra; mathematical learning; learning difficulties; secondary education; educational technology; algebraic reasoning.



## Introducción

El desarrollo y la asimilación del pensamiento algebraico durante la etapa de escolarización obligatoria representa uno de los nodos de mayor exigencia en la arquitectura cognitiva de los estudiantes adolescentes. La iniciación formal al álgebra no consiste en una mera extensión algorítmica de las reglas aritméticas adquiridas en la educación primaria. Por el contrario, esta transición supone una ruptura epistemológica sustancial que demanda al aprendiz reorganizar sus estructuras mentales, reescribir sus paradigmas de equivalencia y transitar hacia un nuevo sistema de validación simbólica (Cortés & Toro, 2024). A lo largo de la historia evolutiva de las matemáticas, el álgebra requirió de siglos de lenta maduración desde un lenguaje retórico hasta cristalizar en el lenguaje formal contemporáneo. El currículo escolar moderno exige que los jóvenes repliquen este salto evolutivo en un lapso escolar reducido, situación que favorece la aparición de barreras de aprendizaje relevantes (Aguerrea et al., 2025). Investigaciones recientes en la didáctica conceptualizan este fenómeno bajo el término de "ruptura didáctica", lo que evidencia su alta frecuencia en contextos escolares latinoamericanos contemporáneos. Dicha ruptura se identifica en el instante en que el alumno se enfrenta a ecuaciones donde la incógnita se encuentra en ambos lados del signo de igualdad, como en estructuras de la forma  $Ax + B = Cx + D$ . En este tipo de igualdades, la resolución exige una manipulación genuinamente algebraica de las variables, y resulta imposible alcanzarla con el simple despliegue de operaciones aritméticas inversas. Frecuentemente, estas dificultades de asimilación se atribuyen de manera exclusiva a deficiencias cognitivas del alumno, lo cual minimiza el impacto que tienen las prácticas de enseñanza mecanicistas y la aplicación de currículos descontextualizados (Zumba et al., 2024). Como antecedentes actuales fundamentales para el abordaje de esta problemática, diversos estudios de los últimos años han expuesto que la enseñanza tradicional perpetúa una visión mecanicista que bloquea el razonamiento abstracto. En el contexto de la región andina y ecuatoriana, las investigaciones empíricas demuestran que la resolución de ecuaciones se ve fuertemente truncada debido a una comprensión puramente procedimental (Acaro et al., 2024; Zumba et al., 2024). Por ejemplo, en su estudio sobre el entorno educativo de Ecuador, Parrales Mendoza (2024) estableció que las dificultades estructurales para resolver ecuaciones de primer grado en la educación básica superior se originan en el uso de metodologías pasivas que inhiben el desarrollo cognitivo. En esta misma línea regional, Acosta Ferrer (2025) demostró empíricamente que las competencias de



resolución de problemas en álgebra se encuentran severamente limitadas por la carencia de un diagnóstico inicial sólido y la persistencia de enfoques de enseñanza descontextualizados. Asimismo, Tovar Cuevas et al. (2024) identificaron que los factores asociados al bajo desempeño en los primeros niveles de matemáticas abstractas incluyen la existencia de vacíos conceptuales que los estudiantes arrastran desde la secundaria básica, exacerbados por la incapacidad de transferir el lenguaje numérico al simbólico (Timaná et al., 2023). Esta "ruptura didáctica" ha sido documentada de manera rigurosa por Adon Holguin y Diloné Aquino (2026), quienes, tras analizar las dificultades cognitivas en el nivel medio, concluyen que el tránsito hacia el álgebra consolida barreras epistemológicas que impiden asimilar la naturaleza simétrica de la variable. Para mitigar estas deficiencias, investigaciones recientes sugieren la urgencia de integrar enfoques innovadores que permitan modificar de forma positiva la percepción del estudiante y fortalecer el razonamiento simbólico frente al lenguaje matemático formal (Rodríguez-Jiménez et al., 2025; Pazmiño et al., 2025).

Para comprender la etiología de estos problemas de aprendizaje, es necesario recurrir a la noción de "obstáculo epistemológico", ampliamente documentada en la literatura didáctica reciente (Cortés & Toro, 2024). Autores contemporáneos sostienen que el error matemático en las aulas no es producto de la ignorancia. Por el contrario, el error es un efecto ineludible de un conocimiento previo que demostró ser eficaz en la aritmética elemental, pero que resulta inoperante al transponerse a un dominio de abstracción superior (Aguerrea et al., 2025). Esta encrucijada se perpetúa por el arraigo del "contrato didáctico", bajo el cual el alumno asume que toda expresión matemática constituye una orden para ejecutar un cálculo numérico y entregar una respuesta observable y clausurada. La literatura especializada reciente tipifica estas barreras cognitivas en cuatro dimensiones estructurales. La primera dimensión reside en la interpretación semántica del signo igual ( $=$ ). De acuerdo con las investigaciones actuales, la mayoría de los estudiantes opera bajo una concepción exclusivamente "operacional", donde el signo se interpreta como un mandato imperativo. El fracaso radica en la carencia de una visión "relacional", indispensable para comprender el balance simétrico entre dos expresiones distintas. La segunda dimensión corresponde a la interpretación de las literales. El estudiante suele interpretar la expresión algebraica con la creencia errada de que la letra simboliza un objeto físico o tangible (por ejemplo, asumir que la letra "m" significa "manzanas"). Esta cosificación reduce la potencia matemática de la variable y limita su concepción como un valor desconocido (Zumba et al., 2024). La tercera



barrera de impacto considerable atañe a la intolerancia a la falta de clausura aritmética. El salto hacia la abstracción choca con la necesidad del estudiante de "cerrar" cualquier operación. Frente a una expresión abierta como  $4x + 3$ , el alumno experimenta insatisfacción cognitiva, lo que lo empuja hacia la aplicación de reglas operativas espurias, tales como la adición de términos no semejantes. Finalmente, la cuarta dimensión se ubica en la complejidad de la transcodificación interlingüística. El proceso de traducir situaciones enunciadas en el lenguaje natural hacia la sintaxis del lenguaje formal requiere un nivel de abstracción que los adolescentes raramente consolidan sin una mediación didáctica adecuada (Cortés & Toro, 2024).

En el contexto educativo de la República del Ecuador, estas problemáticas ratifican que las dificultades para enseñar matemáticas se exacerban por la pervivencia de metodologías tradicionales. Frente a este escenario, resulta necesario considerar el componente emocional; la ansiedad matemática actúa como un filtro limitante que repercute de forma directa y negativa en el desempeño analítico del estudiante (Salgado et al., 2024; Galarza, 2024). Al revisar los datos del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2025), se observa un rendimiento matemático deficiente a nivel general. Por tal motivo, el objetivo de este estudio consistió en analizar las barreras cognitivas, los obstáculos epistemológicos y los factores psicoafectivos presentes en la transición de la aritmética al álgebra en estudiantes de octavo año de Educación General Básica.

## Material y métodos

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, de alcance descriptivo y corte transversal. Esta configuración metodológica permitió analizar de manera objetiva las barreras cognitivas, los obstáculos epistemológicos y los factores psicoafectivos implicados en la transición de la aritmética al álgebra, sin manipulación deliberada de variables y dentro de su contexto natural de aprendizaje.

Para la recolección de datos se empleó un cuestionario diagnóstico estructurado para evaluar dimensiones cognitivas y psicoafectivas asociadas al razonamiento algebraico inicial. El instrumento fue sometido a procesos de validación de contenido mediante juicio de expertos y a



estimación de consistencia interna a través del coeficiente Alfa de Cronbach, con el fin de garantizar su pertinencia técnica y fiabilidad.

El procesamiento y análisis de la información se realizó mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics. Se aplicó estadística descriptiva para el análisis de frecuencias, medidas de tendencia central y medidas de dispersión, así como estadística inferencial no paramétrica mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, previa verificación de la distribución de los datos.

En el plano ético, la investigación se desarrolló en estricto respeto a los principios de confidencialidad, anonimato y consentimiento informado, conforme a la autorización institucional y a la aprobación de los representantes legales de los estudiantes participantes.

### **Población y Muestra**

La población de estudio estuvo constituida por estudiantes legalmente matriculados en octavo año de Educación General Básica de una Unidad Educativa urbana de la ciudad de Ibarra, Ecuador. Los participantes presentaban edades comprendidas entre los 12 y 14 años, rango etario que coincide con la etapa inicial de las operaciones formales descritas en la literatura del desarrollo cognitivo.

Para la selección de los participantes se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, mediante la técnica de grupos intactos, debido a criterios de accesibilidad, disponibilidad institucional y viabilidad operativa durante el período de aplicación. Bajo estas condiciones, la muestra analítica quedó conformada por 62 estudiantes ( $n = 62$ ), tamaño que permitió obtener información suficiente para el análisis descriptivo e inferencial de las variables estudiadas.

Como criterios de inclusión se consideraron estudiantes matriculados regularmente, con asistencia el día de aplicación y consentimiento informado firmado por sus representantes legales. Se excluyeron instrumentos incompletos, pruebas en blanco o registros con patrones de respuesta inconsistentes que pudieran comprometer la calidad y confiabilidad del análisis.



## Instrumentos y Recursos Tecnológicos

Para cuantificar con precisión estadística y describir objetivamente las dimensiones del pensamiento relacional, la arquitectura metodológica determinó la utilización central del instrumento denominado Cuestionario Diagnóstico sobre Transición Aritmética-Álgebra.

Para garantizar su validez de contenido y pertinencia, este cuestionario se sometió previamente a un proceso de validación por juicio de expertos en didáctica de la matemática. Para este procedimiento, se contó con la evaluación independiente de tres profesionales con formación de cuarto nivel (Doctorado y Maestrías). El panel evaluador estuvo conformado por académicos vinculados a la Universidad Técnica Particular de Loja, la Universidad Estatal de Milagro y el Instituto Superior Universitario Japón. Los expertos, especialistas en áreas como Ciencias de la Educación, Ciencias Matemáticas y Gerencia Educativa, cuentan con una amplia trayectoria docente que oscila entre los 5 y los 36 años de experiencia. La validación de contenido se ejecutó mediante una matriz estructurada bajo una escala de calificación de cinco niveles, desde 1 ("Nada Pertinente") hasta 5 ("Muy Pertinente"). Los jueces evaluaron siete criterios fundamentales para cada reactivo: lenguaje, objetividad, orden en las preguntas, intencionalidad, complementariedad, metodología y pertinencia. Las calificaciones obtenidas se situaron de manera unánime entre los niveles de "Pertinente" y "Muy Pertinente", lo cual permite concluir que existe una alta coherencia interna y que los instrumentos propuestos tienen relación directa con el objeto de estudio. Estos resultan altamente útiles para dar respuesta al problema de investigación.

El instrumento se compuso de dos secciones interdependientes:

**Desarrollo Procedimental y Cognitivo (Parte I):** Prueba escrita estructurada en bloques de reactivos diseñados de forma específica para evidenciar las cuatro dimensiones de la barrera de aprendizaje:

- *Sentido relacional (Ítems 1 y 2):* Resolución de las igualdades numéricas de la forma  $8 + 4 = \_ + 5$  y la evaluación de la equivalencia en  $15 + 12 = 20 + 7$ .



- *Interpretación semántica de literales (Ítems 3 y 4):* Análisis de la aseveración sobre la expresión  $3m$  (como "3 manzanas") y la sustitución lógica en la igualdad  $p + q = 10$  hacia  $p + q + 4$ .
- *Preservación de la estructura y clausura (Ítems 5, 6 y 7):* Pruebas bajo tensión cognitiva de intolerancia a respuestas abiertas con ejercicios de simplificación algebraica como  $4x + 7y + 2x$ , expresiones que mezclan números y variables como  $4x + 3 + 2x$ , y la resolución simple de la ecuación  $2x - 3 = 5$ .
- *Traducción interlingüística (Ítems 8 y 9):* Traducción de lenguaje natural a sintaxis formal en el enunciado "El doble de un número más 5", y la formulación de una situación real basada en la expresión  $2x + 15$ .

**Factores Afectivo-Motivacionales y Autopercepción (Parte II):** Cuestionario actitudinal configurado bajo el formato de escala tipo Likert de cinco puntos, enfocado en medir el nivel de estrés, la frustración frente a la abstracción y el rechazo estructural a la falta de clausura a través de seis afirmaciones directas.

Para el procesamiento de los resultados, se elaboró una Rúbrica Analítica de Codificación. En la Parte I, esta matriz asignó una puntuación del 0 al 3 para categorizar el nivel de dominio procedimental (desde un nivel óptimo con comprensión relacional hasta un nivel crítico por error conceptual). En la Parte II (Escala Psicoafectiva), la tabulación contempló la obligatoriedad estadística de invertir la puntuación de los reactivos formulados en sentido positivo, lo cual permite homogeneizar la carga factorial.

Toda la información primaria fue digitalizada de manera íntegra y tabulada en el paquete informático estadístico analítico IBM SPSS Statistics, a fin de extraer de manera automatizada las medidas de tendencia central, las medidas de dispersión y realizar el posterior contraste inferencial de rangos de Wilcoxon.

### Consideraciones Éticas

La ejecución del presente estudio contó con la aprobación oficial de las autoridades de la Unidad Educativa "28 de septiembre", mediante la autorización conferida por el Rectorado el 6 de mayo



de 2026. En estricto cumplimiento de los principios éticos para la investigación académica, previo a la aplicación de los instrumentos de evaluación, se solicitó y obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres de familia o tutores legales de los estudiantes de Octavo Año de Educación General Básica. De manera complementaria, se recabó el asentimiento voluntario de los menores participantes, a quienes se les explicó el propósito descriptivo de la actividad y se les garantizó la total confidencialidad, así como el manejo estrictamente anónimo de la información recolectada.

## Resultados

Esta sección expone de manera objetiva los datos cuantitativos obtenidos tras la aplicación de los instrumentos de investigación. En primer lugar, la Tabla 1 detalla los coeficientes de fiabilidad psicométrica.

**Tabla 1.**

*Confiabilidad Estadística de los Instrumentos de Medición Diagnóstica*

Fase de evaluación	Coefficiente estadístico aplicado	Valor obtenido	Nivel de confiabilidad
Instrumento Diagnóstico (Parte I)	Alfa de Cronbach	$\alpha = .88$	Alta confiabilidad
Escala Psicoafectiva (Parte II)	Alfa de Cronbach	$\alpha = .77$	Aceptable confiabilidad

**Nota.** Los valores de confiabilidad se calcularon mediante el estadístico alfa de Cronbach a partir de las respuestas del cuestionario diagnóstico y de la escala psicoafectiva aplicados a estudiantes de octavo año de Educación General Básica (n = 62).

**Análisis:** Los valores del coeficiente Alfa de Cronbach (.88 y .77) confirman una alta consistencia interna, lo que evidencia adecuada consistencia interna de ambos instrumentos para evaluar la transición aritmética-álgebra de la muestra.

**Tabla 2.***Análisis Descriptivo General de los Logros de Aprendizaje Consolidado*

---

Estadístico Descriptivo	Puntaje Global (Cuestionario Cognitivo)
Muestra Total	62 estudiantes
Media Aritmética	14.82
Mediana	16
Moda	9
Desviación Estándar	6.43
Varianza	40.73
Puntaje Mínimo Observado	0
Puntaje Máximo Observado	27

---

**Nota.** Los estadísticos descriptivos se calcularon a partir de los puntajes globales obtenidos en el cuestionario diagnóstico aplicado a estudiantes de octavo año de Educación General Básica (n = 62).

**Análisis:** La media poblacional de 14.82 puntos sobre 27, combinada con una elevada varianza (40.73), evidencia un dominio procedimental globalmente insuficiente y una marcada heterogeneidad en el rendimiento de los estudiantes.

**Tabla 3.***Pruebas de Hipótesis y Contraste Inferencial Estadístico*

Prueba Estadística Aplicada	Estadístico de Prueba	Valor p (Significancia)	Tamaño del efecto (r)
Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk / K-S)	W = 0.940	p = 0.031	-
Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	Z = -2.87	p = 0.004	0.26

**Nota.** Nivel de significancia establecido en  $\alpha = 0.05$ . El tamaño del efecto (r) complementa la prueba de Wilcoxon.

**Análisis:** La prueba de Wilcoxon ( $Z = -2.87$ ;  $p = 0.004$ ) confirma una diferencia estadística significativa intra-sujeto y demuestra de forma empírica que la caída en el rendimiento es directa y responde al cambio de notación aritmética a simbólica.

**Tabla 4.***Comparación Descriptiva de Desempeño Efectivo entre Dominios Cognitivos*

Dominio evaluado	Items	Promedio Grupal (%)
Aritmético (sección del test)	P1, P2	82.53
Algebraico (sección del test)	P3 – P9	47.00

**Nota:** Los valores representan el porcentaje promedio de respuestas correctas obtenido por el grupo evaluado en cada dominio cognitivo.

**Análisis:** Los datos cuantifican de forma directa la ‘ruptura didáctica’ y evidencian una caída drástica del desempeño: la efectividad pasa de un 82.53 % en tareas puramente aritméticas a apenas un 47.00 % en el dominio abstracto algebraico.

**Tabla 5***Tipificación analítica de barreras cognitivas*

<b>Dimensión de la Barrera Cognitiva</b>	<b>Item</b>	<b>Respuestas correctas</b>	<b>Porcentaje de Logro (%)</b>	<b>Error procedimental sistémico</b>
<b>Sentido y uso del signo igual</b>	P1 Igualdad	40	64.51	Correcto en cálculo, ausencia de justificación escrita
	P2 Equivalencia	45	72.58	Identificación mecánica del error o reproducción literal del ejercicio sin modificación conceptual
<b>Interpretación de variables/literales</b>	P3 Letras	18	29.03	Restricción semántica de la literal “m” exclusivamente al significado de “metros”
	P4 Variables	45	72.58	Obtención del resultado numérico sin exposición clara del procedimiento seguido
<b>Preservación de estructura y clausura</b>	P5 Simplificar	7	11.30	Dificultad para argumentar la imposibilidad de operar entre variables distintas
	P6 Términos	13	20.97	Ausencia de explicación procedimental y combinación indebida de términos no semejantes
	P7 Ecuación	22	35.48	Aplicación incorrecta de propiedades aritméticas y omisión del paso final de despeje de la variable



---

<b>Traducción interlingüística</b>	P8 Traducción	29	46.78	Omisión deliberada de la respuesta (ítem en blanco) o evasión de la tarea
	P9 Situación	6	9.68	Dificultad para formular una situación cotidiana a partir de una expresión algebraica; uso simultáneo y confuso de múltiples variables

---

*Nota.* P = Pregunta o ítem del cuestionario diagnóstico. Los porcentajes reflejan el nivel de aciertos en cada subcompetencia matemática evaluada.

**Análisis:** Las barreras más críticas se concentran en la intolerancia a la falta de clausura (apenas 11.30 % de aciertos en simplificación) y en la restricción semántica de literales (29.03 %), lo que empuja al estudiante a cometer errores axiomáticos sistemáticos.

**Tabla 6**  
*Percepción y Satisfacción Estudiantil*

---

<b>Afirmación (Factor Psicoafectivo)</b>	<b>1 (Totalmente en desacuerdo)</b>	<b>2 (En desacuerdo)</b>	<b>3 (Neutral)</b>	<b>4 (De acuerdo)</b>	<b>5 (Totalmente de acuerdo)</b>
1. Percepción de dificultad al introducir letras	38.1%	1.8%	17.8%	29.2%	13.1%
2. Ansiedad matemática ante evaluaciones	30.6%	11.3%	17.7%	25.8%	14.5%
3. Motivación ante expresiones abstractas	27.4%	20.9%	22.6%	4.8%	24.1%



---

4. Preferencia por clausura numérica exacta	32.5%	19.3%	24.1%	6.4%	17.7%
5. Seguridad al resolver ejercicios de álgebra	22.5%	14.5%	19.3%	19.3%	24.1%
6. Utilidad percibida del álgebra a futuro	41.9%	25.8%	14.5%	6.4%	11.3%

---

**Nota.** P = Pregunta o ítem de la escala psicoafectiva aplicada. Los porcentajes muestran la frecuencia de respuestas en cada categoría de la escala Likert.

**Análisis:** Se constata un filtro psicoafectivo limitante, donde más del 40 % del alumnado manifiesta niveles altos de ansiedad matemática frente a la abstracción y un 67.7 % desestima la utilidad práctica o futura del álgebra.

### Análisis de los Resultados

El procesamiento de los datos empíricos expone una estructura de rendimiento marcadamente asimétrica y deficitaria. En primer término, los valores del estadístico Alfa de Cronbach (.88 y .77 en la Tabla 1) indican una adecuada consistencia interna y fiabilidad de los instrumentos. Al observar las medidas de tendencia central (Tabla 2), la media poblacional de 14.82 puntos sobre 27 posibles, acompañada de una varianza muestral elevada (40.73), sugiere una considerable heterogeneidad en el aula y un dominio procedimental insuficiente en la mayoría de los evaluados. El análisis de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk ( $W = 0.940$ ,  $p = 0.031 < 0.05$  en la Tabla 3) justifica estadísticamente la aplicación de modelos no paramétricos. En este sentido, se compararon los puntajes intra-sujeto del dominio aritmético frente al dominio algebraico para cada estudiante. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon arrojó un valor crítico de  $Z = -2.87$  ( $p = 0.004$ ). Para determinar la magnitud empírica de esta variación, se calculó el tamaño del efecto y se obtuvo un valor de  $r = 0.26$ , lo cual corresponde a un efecto de pequeño a moderado. Este hallazgo demuestra empíricamente que la caída en el desempeño del estudiante no es atribuible a



variaciones aleatorias, sino que responde de forma directa y significativa a la exigencia cognitiva impuesta por el cambio de la notación numérica a la simbólica.

Esta asimetría se cuantifica al contrastar los dominios evaluados (Tabla 4). Se constata que la efectividad del 82.53% sostenida en tareas netamente aritméticas sufre una reducción considerable de más de 35 puntos porcentuales y se reduce al 47.00% cuando el estudiante enfrenta problemas algebraicos. El escrutinio de la taxonomía del error (Tabla 5) permite ubicar las falencias específicas que originan este declive. En cuanto a la dimensión del signo de igualdad, si bien el 64.51% logra resolver la operación, la falta sistemática de justificación escrita indica que los alumnos operan bajo una asimilación puramente mecánica o unidireccional del signo, y carecen de una visión simétrica.

En la segunda dimensión, orientada a la interpretación de variables, se observa un éxito de apenas 29.03%. Este porcentaje refleja una restricción semántica persistente; el estudiante asimila la variable literal como la etiqueta de un objeto físico (verbigracia, iniciales de palabras cotidianas) y no como una entidad matemática fluctuante. La dimensión más afectada corresponde a la preservación de la clausura algorítmica. Con una tasa de resolución válida de solo el 11.30%, se hace evidente una incapacidad analítica sistemática para operar o aceptar expresiones algebraicas abiertas, situación que propicia la invención de reglas operativas para sumar términos heterogéneos. Simultáneamente, el proceso de traducción interlingüística reporta un rendimiento deficitario del 9.68% en la modelización de situaciones cotidianas.

Finalmente, la integración del ecosistema psicoafectivo (Tabla 6) se presenta como un factor transversal que condiciona negativamente el desempeño procedimental. Existe una incidencia de ansiedad matemática en más del 40% de la muestra evaluada (al sumar los niveles de acuerdo sobre la tensión en evaluaciones de abstracción), además de una percepción predominantemente desfavorable (67.7% en desacuerdo general) respecto a la utilidad práctica del álgebra. Este cruce de variables sugiere que las barreras operativas se exacerban por la existencia de un componente emocional restrictivo.

## Discusión

El análisis empírico indica la persistencia actual de la "ruptura didáctica", en consonancia con la literatura contemporánea de referencia (Cortés & Toro, 2024; Timaná et al., 2023). La caída en el rendimiento desde un 82.53% en tareas aritméticas hacia un 47.00% al abordar las literales



(respaldado por la significancia inferencial del test de Wilcoxon de  $p < 0.01$ ), permite inferir el supuesto de carencias inespecíficas del alumno. Por el contrario, los datos sugieren la premisa de que las dificultades observadas constituyen barreras que podrían estar asociadas a experiencias previas de enseñanza centradas predominantemente en procedimientos.

Esta realidad empírica encaja con las teorías socioconstructivistas; el bagaje de algoritmos aritméticos previos, enfocado exclusivamente en manufacturar un resultado único en la línea final, se transforma en un "obstáculo epistemológico" (Zumba et al., 2024; Aguerrea et al., 2025). Los análisis de los instrumentos sugieren que la mayoría de los estudiantes interpretan el signo igual de manera estrictamente "operacional" conciben este símbolo como un mandato de cálculo, lo cual interfiere en la evolución cognitiva hacia un modelo relacional necesario para comprender el balance de ecuaciones. Esto ratifica las observaciones de Acaro et al. (2024). Por otro lado, la conceptualización de las literales constituye una de las problemáticas de mayor persistencia. La tendencia del adolescente a asignar valores físicos a las variables (la letra "m" con el significado estricto de una etiqueta, como "manzanas") limita la potencia semántica de la expresión matemática. Asimismo, las tasas mínimas de aciertos en los reactivos de suma de variables exponen la intolerancia sistemática a la falta de clausura (Timaná et al., 2023). Esta limitación cognitiva fuerza al estudiante a vulnerar axiomas matemáticos para condensar términos heterogéneos y forzar un resultado visible.

El factor de la traducción interlingüística presenta resultados estadísticos igualmente bajos. Transcodificar un problema desde el lenguaje cotidiano hacia la sintaxis matemática exige una recodificación semántica transversal (Cortés & Toro, 2024), habilidad que, de acuerdo con los porcentajes obtenidos, no ha sido fortalecida en el contexto educativo analizado. Todo este panorama analítico interactúa, además, con un filtro psicoafectivo relevante. La incidencia observada de ansiedad matemática retroalimenta un ciclo negativo de rendimiento (Salgado et al., 2024; Galarza, 2024), lo que incide en el escepticismo sobre la utilidad del álgebra para el desarrollo futuro.

La comparación de estos resultados con el panorama educativo nacional expuesto por el INEVAL (2025) subraya la necesidad de intervenciones precisas. Estudios como los de Pazmiño et al. (2025) y Zumba et al., (2024) proponen la incorporación sistemática de recursos digitales.

Plataformas interactivas como GeoGebra actúan como andamiajes externos de alta calidad que facilitan al cerebro en desarrollo materializar conceptos abstractos, mitigar la disonancia cognitiva



inicial y establecer un puente entre la geometría relacional y el signo de igualdad matemático (Acaro et al., 2024). Entre las limitaciones del estudio se reconoce el tamaño muestral reducido y el uso de muestreo no probabilístico por conveniencia, lo cual restringe la generalización de los hallazgos. Asimismo, el carácter transversal del diseño impide establecer relaciones causales entre las variables analizadas.

## Conclusiones

Los hallazgos sugieren, con evidencia estadística significativa, que la muestra contemporánea de estudiantes de octavo año de Educación General Básica experimenta un marcado obstáculo epistemológico en su incursión al nivel algebraico. Esta ralentización en el desempeño general no resulta de falencias intrínsecas en la capacidad del alumnado, sino de la preservación en sus estructuras mentales de un contrato didáctico aritmético y mecanicista, el cual interfiere directamente con las exigencias lógicas y relacionales de la abstracción formal.

La taxonomía del error procedimental muestra que persisten serias dificultades relacionadas con una visión puramente operativa del signo igual, la restricción semántica al interpretar variables matemáticas como objetos tangibles cotidianos, y una limitación estructural generada por la intolerancia a la falta de clausura. La búsqueda de resultados unívocos conduce a los adolescentes a inventar operaciones espurias. Esta condición interactúa con un ecosistema emocional condicionado por la ansiedad matemática, lo cual afecta el desenvolvimiento integral del individuo en el área analítica.

Los hallazgos sugieren la necesidad de fortalecer las estrategias didácticas que exijan la capacitación constante de los docentes y una mejora sustancial en la infraestructura tecnológica para cerrar las brechas educativas operantes en el Ecuador. Es indispensable erradicar las prácticas de asociación literal y favorecer estrategias fundamentadas en un pensamiento sistémico, crítico y reflexivo, que permitan a los estudiantes superar las barreras cognitivas mediante el uso de Tecnologías de Aprendizaje y del Conocimiento adaptadas a sus necesidades reales.



En concordancia con las perspectivas educativas contemporáneas, se concluye que la integración de recursos computacionales de modelado visual y entornos digitales interactivos constituye un recurso didáctico de primer orden. La implementación de instrumentos virtuales en la dinámica de enseñanza-aprendizaje posee un potencial significativo para incentivar el involucramiento activo del estudiante y permite obtener resultados favorables frente a las carencias comprobadas de la instrucción convencional. La asimilación de estas herramientas disminuye la barrera de la abstracción pura, flexibiliza la cognición matemática y consolida una estructura analítica resiliente.

### Referencias bibliográficas

- Acaro, F. E., Porozo, M. J., & Rodríguez, G. A. (2024). La enseñanza de la solución de ecuaciones lineales con una incógnita en octavo año. *Sociedad & Tecnología*, 7(S1), 74–91. <https://doi.org/10.51247/st.v7iS1.493>
- Acosta Ferrer, M. C. (2025). Competencias de Resolución de Problemas en Álgebra: Diagnóstico y Propuesta de Mejora en la Zona Rural del Municipio de Tierralta Córdoba. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 14235-14256. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i1.16576](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16576)
- Adon Holguin, J. A., & Diloné Aquino, C. A. (2026). Transición de la aritmética al álgebra: Un análisis de las dificultades cognitivas en el nivel secundario. *Ciencia y Reflexión*, 5(2), 574-586. <https://doi.org/10.70747/cr.v5i2.1144>
- Aguerrea, M., Marchant, C., Cornejo, L., Espinoza, E., & Gajardo, F. (2025). Methodological Design and Validation of Instruments for Integrated Measurement of Cognitive and Affective Variables in Initial Mathematics Teacher Education. *Uniciencia*, 39(1), 494–516. <https://doi.org/10.15359/ru.39-1.27>
- Cortés, L. O., & Toro, J. A. (2024). Álgebra y argumentación: desafíos para la investigación en educación matemática. *Pedagogía y Saberes*, (60), 192–206. <https://doi.org/10.17227/pys.num60-18627>
- Galarza, L. A. (2024). Competencias matemáticas y rendimiento académico en estudiantes de octavo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Fernando Daquilema. Repositorio Digital UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14266>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2025). Ineval presentó los resultados de la evaluación nacional Ser Estudiante 2024. Ministerio de Educación del Ecuador. <https://www.evaluacion.gob.ec/ineval-presento-los-resultados-de-la-evaluacion-nacional-ser-estudiante-2024/>



- Parrales Mendoza, D. G. (2024). Dificultades de resolución de problemas de ecuaciones de primer grado mediante la metodología ABP. ULEAM Bahía Magazine (UBM), 5(9), 146-155. <https://doi.org/10.56124/ubm.v5i9.018>
- Pazmiño, L., Loachamin, L., Mesa, J., & Robinson, J. (2025). Implementación de Recursos Digitales y su Incidencia en el Rendimiento Académico en Matemáticas de Octavo Grado. 593 Digital Publisher CEIT, 10(4), 864-878. <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.4.3384>
- Rodríguez-Jiménez, F. J., Pérez-Ochoa, M. E., & Ulloa-Guerra, Ó. (2025). Aula invertida en matemáticas de secundaria: Percepción del estudiantado y profesorado. Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 29(1), 103-130. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v29i1.30751>
- Salgado, E. Y., Castro, Y. M., Salgado, A. N., & Bajaña, C. M. (2024). Nivel de Ansiedad Matemática en los Estudiantes de la Unidad Educativa Julio Pimentel Carbo. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 1832-1848. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.9571](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9571)
- Timaná, M. L., Cháves, A., & Díaz, D. Y. (2023). Dificultades y errores en la Transición del Lenguaje Aritmético al Lenguaje Algebraico en Estudiantes de grado Octavo. Eco Matemático, 14(2), 110-118. <https://doi.org/10.22463/17948231.4084>
- Tovar Cuevas, J. R., Portilla-Yela, J., Burbano Pantoja, V. M., & Valdivieso Miranda, M. A. (2024). Factores asociados al desempeño en el primer curso de matemáticas para estudiantes universitarios. Emergentes - Revista Científica, 4(1), 316-349. <https://doi.org/10.60112/erc.v4i1.110>
- Zumba, J. C., Coronel, D. E., Batallas, R. F., Romero, J. L., & Enríquez, P. M. (2024). Las Dificultades de Enseñar Matemáticas en las Aulas Ecuatorianas en Educación Básica Superior. Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica, 4(3), 1877-1900. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i3.520>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Agradecimientos:**

Lic. Arnaldo Arciniega

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.