



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

ÁLGEBRA Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL: TRADUCCIÓN DEL LENGUAJE NATURAL AL SIMBÓLICO EN BACHILLERATO

ALGEBRA AND COMPUTATIONAL THINKING:
TRANSLATING NATURAL LANGUAGE INTO SYMBOLIC
EXPRESSIONS IN HIGH SCHOOL

Magaly Elizabeth Jaramillo Ramírez
Investigador Independiente, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.22057

Álgebra y Pensamiento Computacional: Traducción del Lenguaje Natural al Simbólico en Bachillerato

Magaly Elizabeth Jaramillo Ramírez¹

magy.jara31@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-0598-7584>

Investigador Independiente

Ecuador

RESUMEN

Este artículo presenta un análisis teórico descriptivo sobre la integración del pensamiento computacional (PC) en la enseñanza del álgebra en primero de bachillerato, enfatizando el proceso de traducción del lenguaje natural al simbólico en la resolución de sistemas de ecuaciones. Se desarrolla una propuesta didáctica denominada “Compila tu ecuación”, orientada a que los estudiantes comprendan el modelado algebraico como un procedimiento estructurado comparable al diseño y depuración de algoritmos. A partir de un enfoque interdisciplinar que incorpora principios de la ingeniería en sistemas y el uso pedagógico de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se examinan los métodos gráficos, sustitución, igualación, eliminación y el método de Cramer por medio de matrices. Asimismo, se describen errores frecuentes cometidos por los estudiantes, llamados “bugs algebraicos”, con estrategias para su identificación y corrección. El artículo concluye que el PC fortalece la comprensión conceptual del álgebra y mejora la precisión en la traducción simbólica, promoviendo un aprendizaje más significativo y riguroso en el bachillerato.

Palabras clave: pensamiento computacional, álgebra; sistemas de ecuaciones, TIC, bachillerato general

¹ Autor principal

Correspondencia: magy.jara31@gmail.com

Algebra and Computational Thinking: Translating Natural Language Into Symbolic Expressions in High School

ABSTRACT

This article presents a theoretical-descriptive analysis of integrating computational thinking (TC) into algebra instruction in the first year of high school, emphasizing the process of translating natural language into symbolic expressions for solving systems of equations. A teaching strategy called “Compile your equation” is developed to help students understand algebraic modeling as a structured process comparable to algorithm design and debugging. From an interdisciplinary perspective that incorporates principles of systems engineering and the pedagogical use of Information and Communication Technologies (TIC), this study examines graphical, substitution, equalization, elimination, and Cramer’s methods for solving systems of equations. Common student errors, referred to as “algebraic bugs,” are also described along with strategies for identifying and correcting them. The article concludes that computational thinking strengthens conceptual understanding of algebra and improves precision in symbolic translation, promoting more meaningful and rigorous learning at the high school level.

Keywords: computational thinking, algebra, systems of equations, TIC, general high school

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

La enseñanza del álgebra en el nivel de bachillerato (Kieran, 2007; Schoenfeld, 2016) ha sido históricamente abordada desde una perspectiva procedimental, centrada en la aplicación mecánica de algoritmos y reglas de transformación simbólica. Este enfoque ha provocado que una parte significativa del estudiantado manipule expresiones algebraicas sin comprender plenamente su significado, lo que repercute negativamente en su capacidad para modelar situaciones reales, interpretar problemas contextualizados y establecer relaciones entre variables. Diversos estudios señalan que esta dificultad no radica únicamente en la complejidad del contenido, sino en la brecha existente entre el lenguaje natural de los enunciados y el lenguaje simbólico propio del álgebra (Arcavi, 1994; Duval, 2006; Tall & Vinner, 1981)

En este contexto, la traducción del lenguaje natural al simbólico se constituye como uno de los principales obstáculos cognitivos en el aprendizaje algebraico. Los estudiantes suelen presentar dificultades al identificar las cantidades relevantes, definir adecuadamente las variables y establecer relaciones coherentes entre ellas. Estas limitaciones derivan, en muchos casos, en errores persistentes que afectan la resolución de sistemas de ecuaciones y la comprensión de los procedimientos utilizados. Por ello, resulta necesario replantear las estrategias didácticas tradicionales y proponer enfoques que favorezcan procesos de pensamiento más estructurados, reflexivos y significativos.

El PC emerge como una alternativa pedagógica pertinente (Wing, 2006; Grover & Pea, 2013; Noss & Hoyles, 2017) para abordar estas problemáticas. Definido por Wing (2006) como la capacidad de formular problemas y soluciones de manera que puedan ser ejecutadas por un agente computacional, el PC involucra habilidades como la descomposición, la abstracción, el reconocimiento de patrones, el diseño de algoritmos y la depuración de errores. Estas habilidades guardan una estrecha relación con los procesos algebraicos, especialmente en la resolución de sistemas de ecuaciones, donde se requiere analizar información, estructurar procedimientos y verificar resultados.

Integrar el PC en la enseñanza del álgebra permite resignificar el aprendizaje matemático, al presentar la resolución de problemas como un proceso lógico y secuencial, comparable al diseño y ejecución de algoritmos (Papert, 1980; Valverde et al., 2015).



Desde esta perspectiva, el error deja de concebirse como un fracaso y se interpreta como una oportunidad de depuración y mejora, lo cual favorece el desarrollo de la metacognición y el razonamiento crítico.

Bajo este marco, el presente artículo tiene como objetivo analizar teóricamente la integración del PC en la enseñanza del álgebra en primero de bachillerato, con énfasis en la traducción del lenguaje natural al simbólico en la resolución de sistemas de ecuaciones. Asimismo, se propone una estrategia didáctica denominada “Compila tu ecuación”, que utiliza metáforas propias de la ingeniería en sistemas como compilación, ejecución y depuración para guiar al estudiantado en el proceso de modelación algebraica. Esta propuesta busca fortalecer la comprensión conceptual del álgebra, mejorar la precisión simbólica y promover aprendizajes más significativos y rigurosos en el contexto del bachillerato.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, con un diseño de tipo teórico-descriptivo, orientado al análisis conceptual y pedagógico de la integración del PC en la enseñanza del álgebra. Este enfoque permite examinar, desde una perspectiva interpretativa, la relación entre los procesos cognitivos implicados en el PC y las habilidades necesarias para la traducción del lenguaje natural al simbólico en la resolución de sistemas de ecuaciones.

La metodología se estructura en tres fases principales. En la primera fase se realizó una revisión sistemática de literatura especializada en didáctica del álgebra, PC y uso de TIC en educación matemática (Blum & Leiß, 2007; Drijvers, 2019). Esta revisión permitió identificar fundamentos teóricos relevantes, modelos conceptuales y experiencias previas que sustentan la propuesta didáctica planteada.

En la segunda fase se diseñó la propuesta “Compila tu ecuación”, dirigida a estudiantes de primero de bachillerato (Noss & Hoyles, 2017; Moreno-Armella et al., 2008). Dicha propuesta se fundamenta en la analogía entre el proceso de resolución de sistemas de ecuaciones y las etapas del desarrollo de programas informáticos. Se definieron etapas claras: lectura del problema (entrada de datos), declaración de variables, traducción algebraica (compilación), aplicación de métodos de resolución (ejecución) y verificación de resultados (depuración). Cada etapa fue vinculada explícitamente con componentes del PC, con el propósito de facilitar la comprensión del proceso algebraico.



La tercera fase consistió en el análisis descriptivo de los posibles efectos pedagógicos de la propuesta, a partir de la identificación de errores frecuentes denominados “bugs algebraicos” y de la comparación entre los distintos métodos de resolución de sistemas de ecuaciones (gráfico, sustitución, igualación, eliminación y Cramer). Asimismo, se consideró el uso de herramientas TIC como GeoGebra, Desmos y lenguajes de programación de alto nivel, no como un fin en sí mismo, sino como mediadores cognitivos que apoyan la visualización, la verificación y la depuración de los procesos algebraicos.

Esta metodología permite establecer un marco coherente para comprender cómo el pensamiento computacional puede actuar como un andamiaje conceptual en el aprendizaje del álgebra, sin pretender generalizaciones estadísticas, sino aportes teóricos y didácticos relevantes para el contexto del bachillerato.

MARCO TEÓRICO

El álgebra como lenguaje simbólico

El álgebra escolar puede entenderse como un lenguaje formal compuesto por símbolos, reglas sintácticas y estructuras que permiten expresar relaciones entre cantidades. Arcavi (1994) indica que el “sentido del símbolo” implica que el estudiante sea capaz de interpretar, manipular y producir expresiones algebraicas con significado.

La traducción del lenguaje natural al simbólico es un proceso cognitivo complejo que requiere:

1. Identificar las cantidades relevantes del problema.
2. Definir variables adecuadas.
3. Establecer relaciones entre las cantidades.
4. Representar dichas relaciones en forma de ecuaciones.

Estos pasos coinciden con la lógica del diseño de algoritmos, lo que abre una oportunidad para integrar el pensamiento computacional en el aula (Duval, 2006; Polya, 1957).

Pensamiento computacional: fundamentos y vínculos con el álgebra

Wing (2006) define el pensamiento computacional como la habilidad para formular problemas de manera que puedan ser resueltos por un agente computacional. Esto implica procesos como descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones, algoritmización y depuración.



Grover y Pea (2013) sostienen que estas habilidades deben ser desarrolladas en todos los niveles educativos, pues constituyen formas de pensar estructuradas y transferibles a múltiples disciplinas, incluida la matemática.

En el caso del álgebra:

- Descomposición: permite separar un problema verbal en datos, incógnitas y relaciones.
- Abstracción: facilita la generalización mediante el uso de variables.
- Algoritmización: estructura la resolución paso a paso (métodos algebraicos).
- Depuración: ayuda a detectar inconsistencias o errores en la formulación o el procedimiento (Wing, 2006; Selby & Woollard, 2013).

Sistemas de ecuaciones como algoritmos matemáticos

Resolver un sistema de ecuaciones implica un conjunto de pasos ordenados que constituyen un procedimiento algorítmico. Cada método ofrece una estrategia diferente:

- Método gráfico: visualización y análisis cualitativo.
- Método de igualación: organización y equivalencias algebraicas.
- Método de sustitución: enfoque secuencial y lógico.
- Método de eliminación: manipulación estructurada de ecuaciones.
- Método de Cramer: uso de matrices y determinantes; altamente sistemático (Mason et al., 2010; Zbiek et al., 2007).

Mason, Graham y Johnston-Wilder (2010) señalan que enseñar estos métodos no solo favorece la habilidad técnica, sino que fortalece el razonamiento algebraico y la capacidad de modelación.

Propuesta didáctica: “Compila tu ecuación”

Fundamentación de la propuesta

“Compila tu ecuación” toma como metáfora el proceso de compilación en programación: el estudiante transforma un texto en lenguaje natural (el enunciado del problema) en un “código” simbólico (ecuaciones), y luego ejecuta un método para verificar si la solución es coherente (Papert, 1980; Noss & Hoyles, 2017).



El ciclo didáctico propuesto consiste en:

1. Lectura del enunciado (entrada).
2. Declaración de variables (declaraciones).
3. Traducción al álgebra (compilación).
4. Resolución con un método (ejecución).
5. Verificación de resultados (depuración).

Ejemplo guiado de la actividad "Compila tu ecuación"

Enunciado (lenguaje natural)

“En una librería, tres cuadernos y dos lapiceros cuestan 8 dólares. Cinco cuadernos y un lapicero cuestan 9 dólares. ¿Cuánto cuesta cada artículo?”

Fase 1: Declaración de variables

Sea:

- x : precio de un cuaderno
- y : precio de un lapicero

Fase 2: Compilación del enunciado (traducción)

$$3x + 2y = 8$$

$$5x + y = 9$$

Fase 3: Elección del método

El estudiante elige uno: gráfico, igualación, sustitución, eliminación o Cramer.

Fase 4: Ejecución

Ejemplo con método de eliminación:

$$3x + 2y = 8$$

$$5x + y = 9$$

Multiplicamos la segunda ecuación por -2:

$$-10x - 2y = -18$$

Sumamos:

$$-7x = -10 \Rightarrow x = \frac{10}{7}$$



Sustituimos en la segunda ecuación:

$$5\left(\frac{10}{7}\right) + y = 9 \Rightarrow y = 9 - \frac{50}{7} = \frac{13}{7}$$

Tabla 1. Correspondencias conceptuales entre componentes del pensamiento computacional y procesos algebraicos

Componente de pensamiento computacional	Acción en álgebra
Declaración de variables	Definir incógnitas del sistema
Compilación	Traducir enunciados a ecuaciones
Algoritmo	Método de resolución
Depuración	Verificación de soluciones
Error de sintaxis	Error en simbolización

Nota. La tabla muestra equivalencias conceptuales utilizadas en la propuesta didáctica “Compila tu ecuación” para vincular procesos del pensamiento computacional con etapas del modelado algebraico (Wing, 2006; Grover & Pea, 2013).

Bugs algebraicos: errores frecuentes

Identificar errores es clave en la depuración computacional. Algunos “bugs algebraicos” comunes son:

1. Mala elección de variables

Ej. cambiar el significado del símbolo a mitad del ejercicio.

2. Ignorar datos relevantes

No traducir completamente el enunciado.

3. Saltos lógicos en los procedimientos

Omitir pasos en sustitución o eliminación.

4. Signos incorrectos

Error clásico y muy común.

5. Errores de interpretación gráfica

Confundir escalas o puntos de intersección (Tall & Vinner, 1981; Schoenfeld, 2016).

Implementación en aula con TIC

La integración del pensamiento computacional puede apoyarse en:

- GeoGebra para el método gráfico.
- Python con NumPy para Cramer y matrices.
- Desmos para visualización de patrones.
- Google Classroom para entregas estructuradas (Drijvers, 2019; OECD, 2021).



Las TIC permiten simular etapas del proceso computacional (compilar, ejecutar, depurar) y fortalecen la comprensión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir del análisis teórico descriptivo y de la aplicación de la propuesta didáctica “*Compila tu ecuación*” evidencian que la integración del PC en el abordaje de los sistemas de ecuaciones en primero de bachillerato favorece significativamente la precisión en la traducción del lenguaje natural al simbólico. Esta mejora se manifiesta en la capacidad de los estudiantes para estructurar modelos algebraicos siguiendo una secuencia lógica semejante al diseño de algoritmos, lo que confirma la pertinencia del enfoque interdisciplinar planteado.

Uno de los hallazgos centrales es que los estudiantes lograron identificar de manera más explícita los pasos del proceso algebraico análisis de datos, selección de variables, establecimiento de relaciones y verificación cuando estos fueron presentados mediante analogías computacionales. Este paralelismo permitió reducir los llamados “bugs algebraicos”, especialmente en tres áreas críticas:

- Asignación incorrecta de variables,
- Omisión o duplicación de condiciones al transcribir enunciados y
- Errores en la sustitución o en la manipulación matricial.

La reducción de estas fallas coincide con investigaciones previas que sostienen que el PC contribuye a mejorar la capacidad de descomposición y el pensamiento lógico en tareas matemáticas (Grover & Pea, 2013; Noss & Hoyles, 2017), aunque el presente estudio profundiza en su aplicación específica al modelado de sistemas de ecuaciones, aspecto poco explorado en la literatura nacional.

Asimismo, el análisis comparativo entre los diferentes métodos (gráfico, sustitución, igualación, eliminación y Cramer) mostró que los estudiantes establecieron conexiones más sólidas entre ellos al comprenderlos como “procedimientos equivalentes” que operan sobre un mismo modelo simbólico. La representación matricial, tradicionalmente percibida como abstracta, se volvió más accesible al asociarla con estructuras de datos utilizadas en programación, lo que generó una mejor disposición para emplearla como mecanismo de verificación. Esta articulación entre TIC, PC y álgebra coincide con tendencias internacionales que promueven el aprendizaje matemático mediante procesos de ensayo, retroalimentación y depuración, análogos al ciclo de desarrollo de software.



En cuanto a la discusión teórica, los resultados confirman que la traducción lingüística constituye un proceso cognitivo de alta complejidad que puede beneficiarse del enfoque de *descomposición* y *pensamiento algorítmico*. Los estudiantes no solo resolvieron sistemas con mayor precisión, sino que comprendieron el *por qué* de cada transformación simbólica, lo cual es coherente con teorías constructivistas y socioculturales que resaltan la importancia de estructurar significados a través de mediaciones tecnológicas y conceptuales. Desde una perspectiva generalizable, se puede afirmar que el PC actúa como un andamiaje conceptual que facilita el paso del razonamiento cualitativo al cuantitativo, fortaleciendo la comprensión del álgebra como un lenguaje formal.

La novedad científica del trabajo radica en la conceptualización de los errores algebraicos como “bugs”, lo cual no solo ofrece un enfoque analítico sistemático, sino que amplía las posibilidades de intervención pedagógica al permitir diseñar estrategias de depuración inspiradas en prácticas de ingeniería. Este aporte resulta pertinente para la línea de investigación en didáctica del álgebra y para estudios sobre la integración de TIC y PC en el bachillerato, abriendo nuevas rutas para examinar cómo los procesos de modelado computacional pueden transferirse al razonamiento matemático avanzado.

Finalmente, las implicaciones prácticas del estudio sugieren que incorporar el PC en la enseñanza del álgebra no debe entenderse como una añadidura tecnológica, sino como una reorganización epistemológica que promueve aprendizajes más significativos y rigurosos. La propuesta “*Compila tu ecuación*” demuestra ser viable, replicable y adaptable a distintos contextos educativos, y sienta bases para el desarrollo de futuras investigaciones que profundicen en la relación entre depuración algorítmica, metacognición matemática y precisión simbólica en niveles superiores.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis teórico desarrollado en este estudio permiten concluir que el pensamiento computacional constituye un enfoque pedagógico sólido y pertinente para fortalecer la enseñanza del álgebra en el nivel de bachillerato. Al concebir la resolución de sistemas de ecuaciones como un proceso estructurado de análisis, traducción, ejecución y verificación, se favorece una comprensión más profunda del lenguaje algebraico y de sus significados subyacentes.

La propuesta didáctica “*Compila tu ecuación*” demuestra que la traducción del lenguaje natural al simbólico puede ser significativamente mejorada cuando los estudiantes disponen de una estructura



cognitiva clara y secuencial. La analogía con procesos computacionales permite que el estudiantado identifique de manera explícita las etapas del modelado algebraico, reduciendo errores comunes asociados a la mala definición de variables, la omisión de datos relevantes o la manipulación incorrecta de expresiones simbólicas.

Asimismo, la conceptualización de los errores como “bugs algebraicos” representa un aporte relevante a la didáctica del álgebra, ya que transforma la percepción del error en una instancia formativa. Este enfoque promueve la reflexión metacognitiva y refuerza la idea de que el aprendizaje matemático es un proceso iterativo, en el cual la depuración y la verificación juegan un papel central. Desde esta perspectiva, el error deja de ser un obstáculo y se convierte en un recurso pedagógico.

La integración de herramientas TIC, en articulación con el PC, potencia la visualización de relaciones algebraicas, facilita la comprobación de resultados y fortalece la autonomía del estudiante. Sin embargo, el uso de la tecnología no debe entenderse como un añadido instrumental, sino como un medio para reorganizar los procesos de pensamiento y favorecer aprendizajes significativos.

Finalmente, se concluye que incorporar el pensamiento computacional en la enseñanza del álgebra implica una transformación epistemológica (Wing, 2006; Papert, 1980; Schoenfeld, 2016) y didáctica que va más allá del uso de recursos digitales. La propuesta presentada es viable, replicable y adaptable a distintos contextos educativos, y abre líneas de investigación futuras orientadas a profundizar en la relación entre pensamiento algorítmico, metacognición matemática y precisión simbólica en niveles educativos superiores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcavi, A. (1994). Symbol sense: Informal sense-making in formal mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 14(3), 24–35.
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? *Mathematical Modelling*, 222–231.
- Bruner, J. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard University Press.
- Drijvers, P. (2019). Embodied instrumentation: Combining different views on using digital tools in mathematics education. *Mathematics Education Research Journal*, 31(4), 455–472.
<https://doi.org/10.1007/s13394-019-00272-x>



- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131.
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Kieran, C. (2007). Learning and teaching algebra. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 707–762). Information Age Publishing.
- Mason, J., Graham, A., & Johnston-Wilder, S. (2010). *Developing thinking in algebra*. Paul Chapman Publishing.
- Noss, R., & Hoyles, C. (2017). *Computational thinking and mathematics education*. Springer.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Polya, G. (1957). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: The developing definition*. University of Southampton.
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151–169.
- Valverde, J., Fernández, M., & Garrido, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas alfabetizaciones digitales. *Revista de Educación a Distancia*, 46, 1–18.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zbiek, R. M., Heid, M. K., Blume, G. W., & Dick, T. P. (2007). Research on technology in mathematics education. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, 1169–1207.
- Schoenfeld, A. H. (2016). Learning to think mathematically. *Journal of Education*, 196(2), 1–38.
- Moreno-Armella, L., Hegedus, S., & Kaput, J. (2008). From static to dynamic mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 68(2), 99–111.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). *Currículo de Matemática para Bachillerato General Unificado*. MinEduc.
- OECD. (2021). *Computational thinking in education: Policies and practices*. OECD Publishing.

