

Modelos matemáticos como estrategia para el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes Universitarios

Mathematical models as a strategy for developing algebraic thinking in university students

José Andrés González-Acuña¹

Yenfry José Martínez-Hernández²

Eliezer Jonathan Padilla-Aguilar³

Oliver Santiago López⁴

Cliffor Jerry Herrera-Castrillo⁵

RESUMEN

El presente estudio analiza la relación entre el uso de modelos matemáticos mediados por Scratch y el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes de primer año de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. La investigación se fundamenta en un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo-correlacional. Se aplicaron instrumentos como la Prueba de Competencia Algebraica (PCA), la Escala de Motivación hacia el Álgebra en Física (EMAF) y la Rúbrica de Procesos de Modelación (RPM), con el propósito de medir el rendimiento académico, la abstracción y la motivación antes y después de la intervención. Los resultados descriptivos evidencian un nivel alto de desempeño algebraico y una valoración favorable hacia el uso de modelos matemáticos

¹ Estudiante de la Carrera Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí). Correo electrónico: jose.gonzalez23503162@estu.unan.edu.ni. Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1286-1045>

Student of the Bachelor of Science in Education with a specialization in Physics-Mathematics, National Autonomous University of Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Estelí Regional University Center (CUR-Estelí).

² Estudiante de la Carrera Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí). Correo electrónico: yenfry.martinez22717629@estu.unan.edu.ni. Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1233-4317>

Student of the Bachelor of Science in Education with a specialization in Physics-Mathematics, National Autonomous University of Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Estelí Regional University Center (CUR-Estelí).

³ Estudiante de la Carrera Licenciatura en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí). Correo electrónico: eliezer.padilla23504416@estu.unan.edu.ni. Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0121-702X>

Student of the Bachelor of Science in Education with a specialization in Physics-Mathematics, National Autonomous University of Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Estelí Regional University Center (CUR-Estelí).

⁴ Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Física-Matemática, Docente Horario, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí). Correo electrónico: oliver.lopez@unan.edu.ni. Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4469-920X>

Bachelor of Science in Education with a specialization in Physics-Mathematics, Part-time Professor, National Autonomous University of Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Estelí Regional University Center (CUR-Estelí).

⁵ Doctor en Matemática Aplicada, Docente Titular, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), Centro Universitario Regional Estelí (CUR-Estelí). Correo electrónico: cliffor.herrera@unan.edu.ni. Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>

PhD in Applied Mathematics. Full Professor, National Autonomous University of Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) Estelí Regional University Center (CUR-Estelí).

Recibido: 10/05/2025 - Aprobado: 27/06/2025

mediados por Scratch. Se concluye que la modelación matemática constituye una estrategia didáctica eficaz que integra la teoría con la práctica, fortaleciendo el razonamiento lógico y la resolución de problemas. Este estudio aporta evidencias empíricas relevantes para la innovación curricular en la enseñanza del álgebra universitaria y ofrece una base metodológica útil para futuras investigaciones en el campo de la didáctica de las matemáticas.

Palabras Clave: Enseñanza universitaria, estrategia pedagógica, innovación educativa, modelos matemáticos, motivación, pensamiento algebraico

ABSTRACT

This study analyzes the relationship between the use of mathematical models mediated by Scratch and the development of algebraic thinking among first-year Physics-Mathematics students at UNAN-Managua/CUR-Estelí. The research is based on a quantitative approach, employing a non-experimental, cross-sectional design with a descriptive-correlational scope. Instruments such as the Algebraic Competence Test (PCA), the Motivation Scale toward Algebra in Physics (EMAF), and the Modeling Processes Rubric (RPM) were administered to measure academic performance, abstraction, and motivation before and after the intervention. The descriptive results show a high level of algebraic performance and a favorable assessment of the use of mathematical models mediated by Scratch. It is concluded that mathematical modeling constitutes an effective teaching strategy that integrates theory with practice, strengthening logical reasoning and problem-solving. This study provides relevant empirical evidence for curricular innovation in the teaching of university algebra and offers a useful methodological foundation for future research in the field of mathematics education.

Keywords: University teaching, pedagogical strategy, educational innovation, mathematical models, motivation, algebraic thinking

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, las matemáticas han constituido una base esencial para el desarrollo intelectual, científico y social, al proporcionar herramientas para comprender fenómenos abstractos, resolver problemas prácticos y articular conocimientos entre diversas disciplinas (Herrera-Castrillo, 2023). En este sentido, Courant y Robbins (1941) destacan que las matemáticas representan un campo en constante evolución cuya función trasciende el cálculo, al convertirse en un medio para interpretar la realidad y responder a necesidades concretas. Desde esta perspectiva, la educación matemática en el nivel superior no debe limitarse a la transmisión de procedimientos, sino orientarse al fortalecimiento del pensamiento crítico, lógico y abstracto.

En el ámbito universitario, el aprendizaje del álgebra representa uno de los pilares para la formación de estudiantes en carreras científicas, particularmente en Física-Matemática, debido a su papel en la modelización de fenómenos, la resolución de problemas y la construcción de estructuras formales de pensamiento. Sin embargo, diversas investigaciones evidencian dificultades persistentes en la transición del pensamiento aritmético al pensamiento algebraico, especialmente cuando los estudiantes enfrentan procesos de generalización, abstracción y aplicación contextualizada de conceptos algebraicos (Martínez Suárez, 2018; Blandón Dávila, 2019; Herrera Castrillo y Gomez Vidal, 2026). Esta problemática refleja una brecha entre la enseñanza tradicional centrada en la manipulación simbólica y la necesidad de desarrollar competencias que permitan interpretar, representar y resolver situaciones reales mediante estructuras matemáticas.

La literatura especializada coincide en que el pensamiento algebraico trasciende el dominio operativo de símbolos, pues implica reconocer patrones, establecer relaciones funcionales, construir generalizaciones y utilizar el álgebra como herramienta de modelización (Godino *et al.*, 2003). Bajo esta lógica, el aprendizaje significativo del álgebra requiere metodologías innovadoras que articulen teoría y práctica, favoreciendo la construcción de significados y el razonamiento lógico. Jahangiri *et al.* (2022) sostienen que la educación

universitaria contemporánea demanda estrategias didácticas capaces de responder a las características cognitivas del estudiante actual, mientras que Blum y Barzel Ferri (2016) plantean que la modelización matemática constituye un puente entre el conocimiento formal y su aplicación práctica, fortaleciendo la comprensión y utilidad del aprendizaje matemático.

En el contexto internacional, estudios como los de Acosta Castillo y Moreno Reyes (2019) y Barragán Moreno *et al.* (2024) demuestran que la incorporación de estrategias basadas en modelación, secuencias didácticas estructuradas y recursos tecnológicos favorece mejoras significativas en el aprendizaje del álgebra. Dichos trabajos destacan que la contextualización de contenidos, el uso de procesos psicopedagógicos y la resolución de problemas aplicados permiten consolidar un pensamiento algebraico más sólido. No obstante, también señalan desafíos importantes relacionados con la formación docente, la disponibilidad de recursos y la necesidad de adaptar estas estrategias a contextos universitarios específicos.

Desde el ámbito nacional y local, investigaciones desarrolladas en instituciones nicaragüenses, particularmente en la UNAN-Managua y sus sedes regionales, confirman que persisten debilidades en la comprensión algebraica de estudiantes universitarios, especialmente en la aplicación práctica de conceptos, el razonamiento funcional y la transferencia de aprendizajes hacia situaciones problemáticas concretas (Castillo Sanchez, 2016; Herrera Castrillo y López, 2025; Triminio Zavala *et al.*, 2023). Estos antecedentes revelan la necesidad de fortalecer propuestas pedagógicas alineadas con el modelo educativo por competencias, capaces de integrar el razonamiento abstracto con herramientas de simulación, representación y análisis.

En este marco, la modelización matemática mediada por Scratch se presenta como una estrategia didáctica innovadora para fortalecer el pensamiento algebraico en estudiantes universitarios. Scratch, como entorno de programación visual, facilita la representación computacional de relaciones algebraicas, funciones y estructuras algorítmicas, convirtiéndose en un recurso de andamiaje que vincula el lenguaje simbólico con procesos de simulación interactiva (Kuz y Ariste, 2022). Esta integración permite que el estudiante no solo manipule expresiones algebraicas, sino que traduzca conceptos matemáticos a representaciones dinámicas, fortaleciendo la abstracción, la comprensión funcional y la resolución de problemas.

La brecha identificada entre la enseñanza procedimental del álgebra y el desarrollo de competencias algebraicas aplicadas justifica la presente investigación, cuyo propósito es evaluar cuantitativamente el efecto de una intervención didáctica basada en la representación y simulación de modelos matemáticos mediante Scratch en estudiantes de primer año de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. Esta investigación parte de la premisa de que la integración de modelos matemáticos con programación visual puede potenciar significativamente el desarrollo del pensamiento algebraico, al conectar el conocimiento abstracto con experiencias de aprendizaje contextualizadas y tecnológicamente mediadas.

En consecuencia, este estudio busca aportar evidencia empírica sobre una estrategia pedagógica innovadora que responda a las demandas actuales de la educación superior, ofreciendo herramientas metodológicas para fortalecer la enseñanza del álgebra desde un enfoque competencial (Herrera Castrillo y Gomez Vidal, 2026). Asimismo, sus resultados pretenden contribuir a la toma de decisiones curriculares y didácticas en la formación de futuros profesionales de Física-Matemática, promoviendo procesos de enseñanza más significativos, contextualizados y orientados a la modelización de la realidad.

En correspondencia con esta problemática, el objetivo general de la investigación es analizar la relación entre el uso de modelos matemáticos mediados por Scratch y el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes de primer año de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí.

II. LITERATURA

El pensamiento algebraico: una habilidad fundamental

El pensamiento matemático es más que resolver ecuaciones, es la capacidad de pensar con lógica y encontrar patrones. El Pensamiento Algebraico, que entendemos como una línea de estudio e investigación en Didáctica de las Matemáticas, se ocupa de los fenómenos de enseñanza, aprendizaje y comunicación de los conceptos algebraicos en el Sistema Educativo y en el medio social; se encuentra inmerso en uno de los muchos dilemas que envuelven al pensamiento matemático: "La cognición es intrínsecamente contextual versus el lenguaje algebraico es intrínsecamente abstracto" (Socas, 1999).

En el contexto universitario, esta habilidad adquiere una relevancia especial porque actúa como puente hacia la resolución de problemas complejos, fomenta el razonamiento lógico y fortalece la capacidad de los estudiantes para transferir conocimientos a diferentes áreas de su formación profesional. En consecuencia, un adecuado desarrollo del pensamiento algebraico contribuye tanto a la consolidación de competencias cognitivas como al fortalecimiento de la autonomía académica.

Pensamiento algebraico:

Una habilidad cognitiva para generalizar relaciones, razonar con variables y símbolos, y comprender la estructura subyacente de los problemas matemáticos (Socas, 1999; Alaniz Martínez *et al.*, 2026).

Pensamiento racional:

Constituye la dimensión del álgebra enfocada en la generalización, que implica la capacidad de identificar y expresar relaciones matemáticas de manera general, en lugar de centrarse solo en los resultados numéricos específicos (Kieran y Filloy Yagüe, 2006). Su desarrollo es crucial, ya que permite ver la igualdad como una relación de equivalencia.

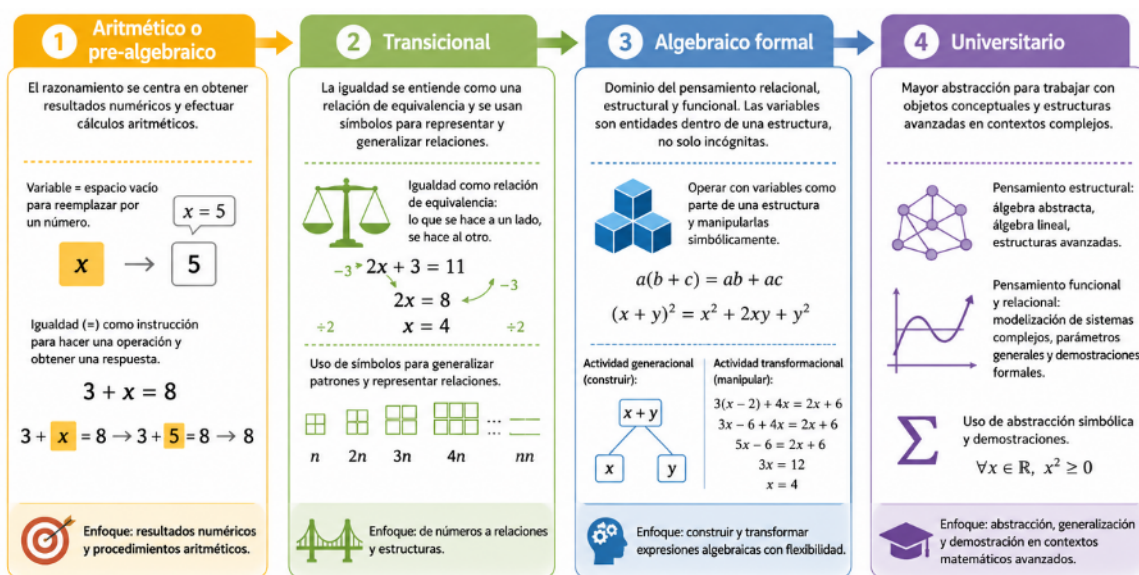
Pensamiento estructural:

Esta dimensión se centra en la comprensión del álgebra como un sistema estructural y una técnica para transformar y resolver, vinculándose directamente con el dominio de la sintaxis y las reglas del sistema simbólico. El pensamiento estructural permite al estudiante reconocer estructuras subyacentes en las expresiones (ej. una forma factorizable) y manipularlas eficientemente (factorizar, simplificar, resolver ecuaciones) mediante la aplicación de las propiedades y leyes algebraicas (Actividades Transformacionales) (Ayala Bravo *et al.*, 2026).

Pensamiento funcional:

El pensamiento funcional es la capacidad de modelar y razonar sobre las relaciones dinámicas entre cantidades, poniendo el foco en la noción de función y el análisis de la variación (Kaput). Esta habilidad es fundamental para ver el álgebra como una herramienta de modelización, permitiendo a los estudiantes comprender cómo el cambio en una variable (input) afecta a otra (output), y es la base para la comprensión de conceptos avanzados del cálculo y las aplicaciones de la matemática (Liñan Morales, 2025).

Figura 1
Niveles del pensamiento algebraico



Fuente: Información extraída de Segura Carrión y Burgos (2025), Liñan Morales (2025) y Kieran y Filloo Yagüe (2006)

Motivación y actitud hacia las matemáticas

La motivación académica y la actitud del estudiante son factores psicológicos que inciden directamente en el proceso de aprendizaje. La motivación, especialmente la de tipo intrínseco, fomenta la perseverancia y el interés, mientras que una actitud positiva reduce la ansiedad y facilita la participación activa. Una estrategia pedagógica que logre vincular el conocimiento abstracto con la realidad, como la modelación matemática puede mejorar significativamente la percepción de utilidad de la materia, lo que, a su vez, puede elevar la motivación y la actitud del estudiante hacia las matemáticas (Casis *et al.*, 2017).

La modelación matemática como estrategia didáctica

La modelación matemática, como estrategia didáctica, consiste en aplicar conceptos matemáticos para comprender, representar y resolver problemas del entorno mediante procesos como el análisis de la situación, su traducción al lenguaje matemático, la resolución y la interpretación de resultados. Su implementación promueve un aprendizaje activo y significativo, ya que fortalece la comprensión conceptual, incrementa la motivación, favorece el trabajo colaborativo y desarrolla competencias como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Además, permite vincular los contenidos académicos con situaciones cotidianas, facilitando una conexión entre la matemática universitaria y la realidad. En el caso del álgebra, esta estrategia contribuye especialmente a comprender estructuras matemáticas y su aplicación en contextos personales, científicos y profesionales (Mejía Alemán *et al.*, 2022).

Didáctica de las matemáticas

De acuerdo con Herrera (2025) “la didáctica de la matemática es un componente, cuya finalidad es ofrecer al estudiante conocimientos relativos y dotar al maestro de técnicas y metodologías para facilitar aprendizajes” (p. 119). En este marco, la didáctica de las matemáticas no se limita a la enseñanza de procedimientos, sino que promueve estrategias orientadas a fortalecer la comprensión conceptual, el razonamiento lógico y la resolución de problemas, articulando teoría y práctica para favorecer aprendizajes significativos.

Modelos matemáticos

Una representación abstracta y simplificada de una situación o fenómeno del mundo real, utilizada para analizar su comportamiento, realizar predicciones y tomar decisiones. De acuerdo a Cabrera-Puig y Vitale-Alfonso (2022):

Los modelos matemáticos son utilizados para analizar la relación entre dos o más variables, para entender los fenómenos naturales, sociales, físicos en dependencia del objetivo buscado y del diseño del mismo modelo, lo cual puede servir durante la formación profesional para predecir el valor de las variables en un futuro a corto mediano o largo plazo, hacer hipótesis que puedan ser validadas o demostradas y evaluar los efectos de una determinada actividad que se realice. (p. 317)

Clasificación

La capacidad de utilizar el álgebra para el modelado de fenómenos del mundo real es un componente fundamental del pensamiento algebraico y proceso de modelización.

Los modelos matemáticos pueden clasificarse, según su estructura, rama de la matemática o propósito:

Tabla 1

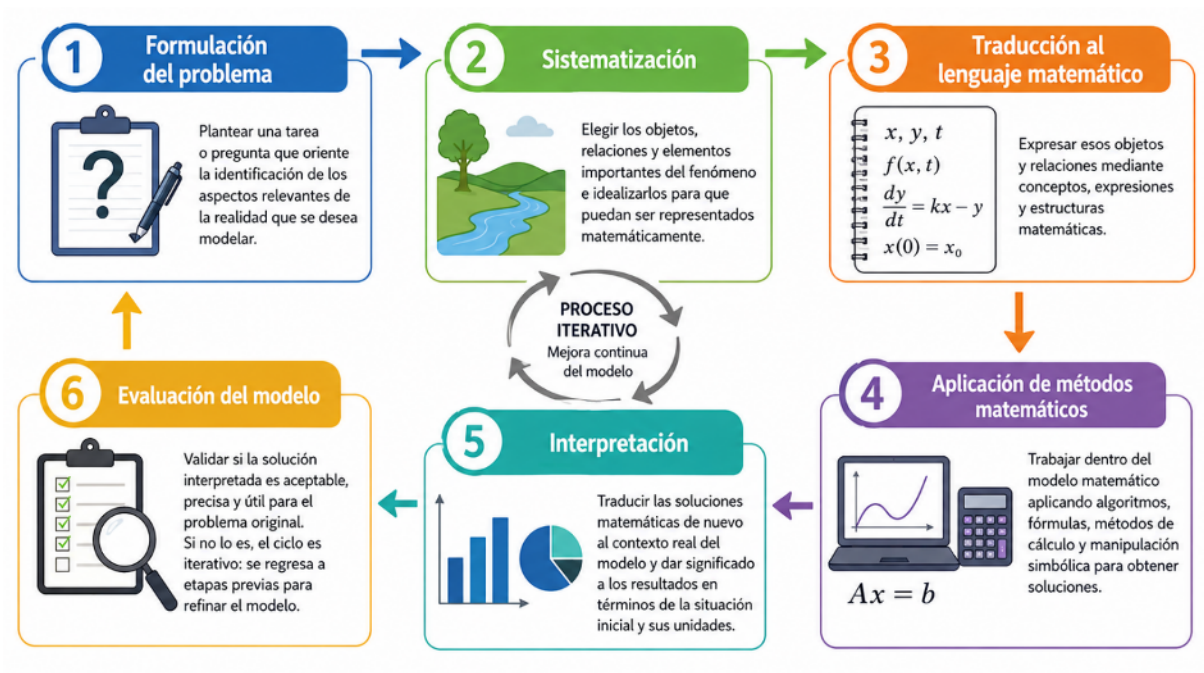
Clasificación de los Modelos Matemáticos

Clasificación	Tipos de modelos matemáticos	Descripción y relevancia
Según su naturaleza	Modelos analíticos (teóricos)	Basados en principios de leyes fundamentales. Permiten soluciones exactas o la manipulación de variables mediante fórmulas.
	Modelos de simulación (numéricos)	Utilizan algoritmos computacionales para aproximar soluciones. Cruciales en ingeniería y la economía para sistemas complejos sin soluciones analíticas simples.
Según la aleatoriedad	Modelos determinísticos	Las salidas del modelo se determinan totalmente por los valores de las entradas y no incluyen componentes aleatorios.
	Modelos estocásticos (probabilísticos)	Incluyen aleatoriedad. Se utilizan cuando el fenómeno presenta incertidumbre.
Según su dimensión	Modelos estáticos	No consideran el tiempo como variable. Describen el sistema en un equilibrio o punto fijo.
	Modelos dinámicos	Describen el sistema a través del tiempo, a menudo usando funciones y ecuaciones diferenciales. Este tipo es fundamental para el Pensamiento funcional.

Fuente: Adaptado de Cabrera-Puig y Vitale-Alfonso (2022) e Ibarra Martínez *et al.* (2025)

El proceso de modelación matemática

Todo modelo matemático surge a partir de un proceso de modelización. Esto implica que, de manera consiente o no alguien ha seguido una serie de pasos para vincular una idea matemática con una situación real. En otras palabras, para construir y utilizar un modelo matemático es necesario recorrer todas etapas que conforman dicho proceso. De forma analítica la modelización matemática se describe como un conjunto de 6 Subprocesos:

Figura 2*El ciclo de modelación matemática*

Fuente: Adaptado de Blomhøj y Højgaard (2003) y Ramírez Lubianos (2025)

Programación visual (Scratch) como andamiaje

El uso de la programación visual Scratch como estrategia de andamiaje (Scaffolding) favorece el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes universitarios, particularmente en el aprendizaje de polinomios, al facilitar la comprensión conceptual y la práctica interactiva de operaciones algebraicas. Este enfoque se sustenta en la teoría de Lev Vygotsky sobre la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), entendida como el espacio entre lo que el estudiante puede realizar de manera autónoma y aquello que logra con apoyo (Suárez Guerrero, 2015).

Aunque sus fundamentos se vinculan a Vygotsky, el término Scaffolding fue introducido por Jerome Bruner, David Wood y Gail Ross en 1976, quienes lo definieron como un proceso mediante el cual se controlan los elementos de una tarea que inicialmente exceden las capacidades del estudiante, permitiéndole enfocarse en su resolución y alcanzar niveles superiores de competencia (Wood, Bruner y Ross, 1976, p. 90).

En este sentido, el andamiaje constituye un apoyo temporal brindado por un docente o compañero con mayor experiencia para facilitar la adquisición progresiva de habilidades hasta alcanzar la autonomía (Zajda, 2018). Desde esta perspectiva, Scratch se convierte en una herramienta pedagógica que media entre la orientación inicial y el aprendizaje independiente, fortaleciendo procesos algebraicos mediante experiencias dinámicas, visuales y significativas.

III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Enfoque y paradigma

La investigación se desarrolló desde el paradigma positivista, con enfoque cuantitativo, orientado a describir y analizar la relación entre el uso de la programación visual Scratch como estrategia didáctica y el desarrollo del pensamiento algebraico en estudiantes universitarios. Este enfoque permitió la medición objetiva de variables mediante procedimientos sistemáticos y análisis estadístico, con base en la recolección de datos cuantificables (Castrillo, 2024).

Diseño del estudio

El estudio fue no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo-correlacional (Arias *et al.*, 2022). No se manipularon deliberadamente las variables, sino que se observó el fenómeno en su contexto natural para identificar el nivel de desarrollo del pensamiento algebraico y su relación con el uso de Scratch como herramienta de apoyo en el aprendizaje de polinomios.

Participantes, población y muestra

La población estuvo conformada por estudiantes de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. La muestra correspondió a 14 estudiantes de primer año, seleccionados mediante muestreo probabilístico aleatorio simple, quienes constituyeron la unidad de análisis por estar directamente vinculados con el estudio de contenidos algebraicos en su proceso formativo universitario.

Procedimientos

La investigación se desarrolló en cuatro fases:

- Revisión teórica sobre pensamiento algebraico, andamiaje y programación visual.
- Diseño y validación de instrumentos de recolección de datos.
- Aplicación de instrumentos a la muestra seleccionada durante el período académico correspondiente al segundo semestre de 2025.
- Procesamiento, análisis e interpretación de resultados para establecer tendencias y relaciones entre variables.

VARIABLES Y CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

- Variable independiente: Uso de Scratch como estrategia didáctica.
- Variable dependiente: Desarrollo del pensamiento algebraico.

Como descriptores se consideraron: comprensión conceptual de polinomios, resolución de operaciones algebraicas, modelación matemática y percepción estudiantil sobre el uso de tecnología educativa.

Instrumentos

Se emplearon como instrumentos:

- Cuestionario estructurado dirigido a estudiantes.

- Prueba de conocimientos sobre polinomios y pensamiento algebraico.
- Guía de observación para valorar interacción, participación y aplicación de Scratch en actividades académicas.

Los instrumentos fueron sometidos a validación de contenido mediante juicio de expertos para garantizar pertinencia metodológica.

Análisis de datos

Los datos se procesaron mediante estadística descriptiva, utilizando tablas de frecuencia, porcentajes y medidas de tendencia central para caracterizar los resultados obtenidos. Asimismo, se aplicó análisis correlacional para identificar posibles relaciones entre las variables de estudio.

Consideraciones éticas

La investigación garantizó la participación voluntaria de los estudiantes mediante consentimiento informado, asegurando confidencialidad, anonimato y uso exclusivamente académico de la información recopilada. Además, se respetaron los principios éticos de integridad científica, privacidad y respeto a los participantes.

IV. RESULTADOS

En este apartado se presentan los hallazgos obtenidos a partir de la aplicación de los instrumentos de recolección de datos a la muestra participante, con el propósito de analizar el desarrollo del pensamiento algebraico y la percepción sobre el uso de Scratch como estrategia didáctica en estudiantes de primer año de la carrera de Física-Matemática de la UNAN-Managua/CUR-Estelí. Los resultados se organizan según las variables y categorías de análisis definidas en la metodología, utilizando estadística descriptiva para facilitar su interpretación.

Desempeño algebraico de los estudiantes en la Prueba de Competencia Algebraica

En la Prueba de Competencia Algebraica aplicada a los estudiantes participantes, se obtuvo un promedio general de 4.7 puntos de 5 posibles, equivalente al 94.4% de acierto, lo que evidencia un nivel alto de dominio en las competencias algebraicas evaluadas. Este resultado muestra que la mayoría de los estudiantes logró resolver adecuadamente ejercicios asociados con simplificación de expresiones, sustitución numérica, solución de ecuaciones lineales y cálculo de pendientes.

Tabla 2

Porcentaje de Acierto en la Prueba de Competencia Algebraica (PCA)

Ítem Evaluado	Habilidad Evaluada	Aciertos (n)	% de Acierto
1	Simplificación de términos semejantes ($2x+3x$)	9	100.0%
5	Cálculo de la pendiente de una recta	9	100.0%
3	Solución de ecuaciones lineales ($x+5=9$)	8	88.9%
2	Sustitución numérica en expresiones ($3x+2$ con $x=4$)	8	88.9%
4	Simplificación de productos ($(2x)(3x)$)	7	77.8%

La Tabla 2 presenta el porcentaje de acierto por ítem. Los resultados muestran que las habilidades con mayor dominio fueron la simplificación de términos semejantes y el cálculo de la pendiente de una recta, ambas con 100% de acierto. Esto indica que los estudiantes poseen fortalezas en procedimientos algebraicos básicos y en la interpretación de relaciones lineales, aspectos fundamentales para el desarrollo del pensamiento algebraico.

Por otra parte, los ítems relacionados con la solución de ecuaciones lineales y la sustitución numérica en expresiones algebraicas alcanzaron un 88.9% de acierto, lo cual también refleja un desempeño favorable. Sin embargo, el menor porcentaje se registró en la simplificación de productos algebraicos, con 77.8%, lo que sugiere que algunos estudiantes aún presentan dificultades al aplicar propiedades de la multiplicación algebraica y reglas de operación con variables.

Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Blandón Dávila (2019) y Herrera Castrillo y López (2025), quienes identifican que una de las principales dificultades en el aprendizaje del álgebra universitaria se relaciona con la transición entre el manejo aritmético y la manipulación simbólica de expresiones algebraicas. Asimismo, los resultados respaldan lo planteado por Godino *et al.* (2003), al considerar que el aprendizaje algebraico requiere no solo ejecutar procedimientos, sino comprender las relaciones y estructuras que sustentan las operaciones.

Percepción estudiantil sobre la modelación matemática mediada por Scratch

Los resultados de la Escala de Motivación y Actitud evidencian una valoración positiva hacia el uso de modelos matemáticos mediados por Scratch. Como se observa en la Tabla 3, el 100% de los participantes manifestó sentirse competente para interpretar resultados, lo que refleja seguridad en el análisis de situaciones matemáticas trabajadas mediante la estrategia.

Además, el 88.9% de los estudiantes expresó que la modelación mejora su comprensión de conceptos matemáticos y físicos, fortalece su seguridad para enfrentar problemas nuevos, aumenta su confianza para formular modelos algebraicos y motiva la resolución de problemas mediante modelos. Estos resultados sugieren que la estrategia favorece no solo el desempeño cognitivo, sino también componentes afectivos asociados con la motivación, la autoconfianza y la percepción de utilidad del álgebra.

Los porcentajes más bajos se observaron en las declaraciones relacionadas con la utilidad práctica del álgebra y la disposición a dedicar tiempo adicional para practicar modelación, ambas con 77.8%. Aunque estos valores continúan siendo favorables, indican la necesidad de reforzar actividades que conecten explícitamente el álgebra con problemas reales y promuevan mayor autonomía en la práctica fuera del aula.

Tabla 3

Nivel de Acuerdo con la Escala de Motivación y Actitud (EMAF)

Declaración Evaluada	De acuerdo (n)	% de Estudiantes de Acuerdo (Si)
Me siento competente para interpretar resultados.	9	100.0%
La modelación mejora mi comprensión de conceptos matemáticos y físicos.	8	88.9%
La experiencia me hace sentir más seguro(a) al enfrentar problemas nuevos.	8	88.9%
Confío en mi capacidad para formular un modelo algebraico.	8	88.9%
Me siento motivado(a) a resolver problemas mediante modelos.	8	88.9%

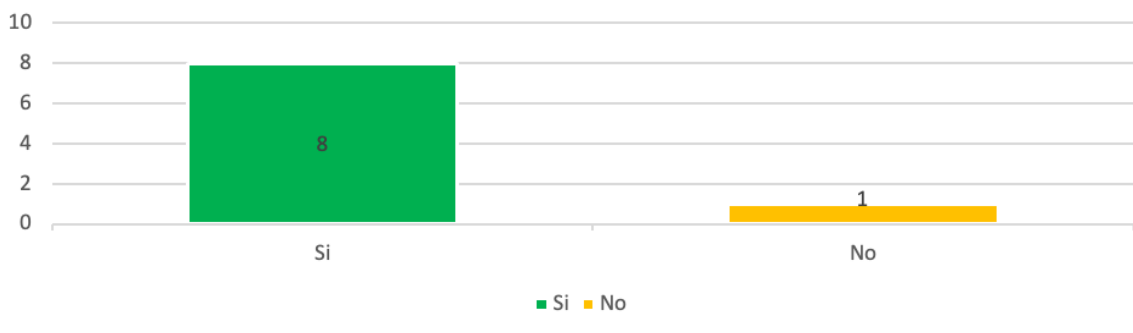
Declaración Evaluada	De acuerdo (n)	% de Estudiantes de Acuerdo (Si)
Prefiero abordar problemas complejos mediante la construcción de modelos.	8	88.9%
La modelación me ayuda a ver la utilidad práctica del álgebra.	7	77.8%
Estoy dispuesto(a) a dedicar tiempo adicional para practicar modelación.	7	77.8%

Estos hallazgos son coherentes con Casis *et al.* (2017), quienes destacan que la motivación y la autoconfianza inciden en la actitud hacia las matemáticas. De igual manera, se relacionan con Mejía Alemán *et al.* (2022), al señalar que la modelación matemática favorece aprendizajes significativos porque vincula los contenidos abstractos con situaciones contextualizadas.

Los resultados de la Escala de Motivación y Actitud evidencian una percepción favorable hacia la estrategia didáctica basada en modelos matemáticos mediados por Scratch. Como se muestra en la Figura 3, el 89% de las respuestas se ubicó en la opción Sí, mientras que el 11% correspondió a la opción No, lo que indica una aceptación mayoritaria de la estrategia por parte de los estudiantes participantes.

Figura 3

Escala de Motivación y Actitud



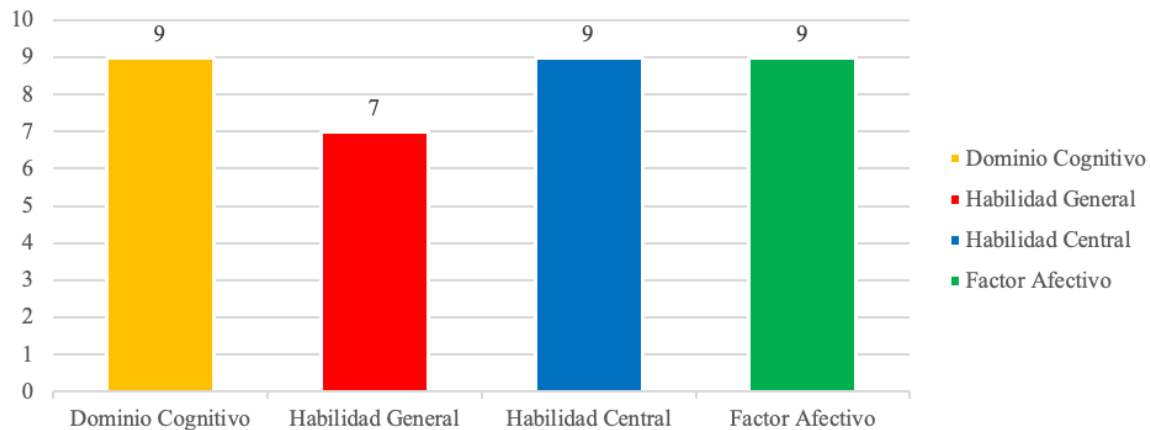
Estos resultados reflejan que la mayoría de los estudiantes valoró positivamente la estrategia, especialmente porque les permitió comprender mejor los conceptos algebraicos, sentirse más seguros al resolver problemas y reconocer la utilidad práctica del álgebra. No obstante, el 11% de respuestas negativas sugiere que aún existen aspectos por fortalecer, principalmente en el acompañamiento, la práctica guiada y la vinculación de la modelación con situaciones cercanas al contexto del estudiante. Por tanto, la estrategia muestra una tendencia favorable, aunque requiere ajustes didácticos para lograr una mayor apropiación por parte de todo el grupo.

Síntesis del Impacto de la Estrategia Didáctica

La Figura 4 presenta una síntesis descriptiva de las principales dimensiones analizadas en el estudio, integrando el rendimiento cognitivo en la Prueba de Competencia Algebraica, el desarrollo de habilidades asociadas a la modelación matemática y el factor afectivo relacionado con la motivación y actitud hacia la estrategia didáctica.

Figura 4

Síntesis descriptiva de las dimensiones del impacto pedagógico de la estrategia



Los resultados muestran un desempeño favorable en las dimensiones evaluadas. En el dominio cognitivo, los estudiantes alcanzaron un promedio de 94.4% de acierto en la PCA, lo que evidencia un nivel alto de competencias algebraicas básicas. En relación con la modelación matemática, los participantes manifestaron fortalezas en la interpretación, representación y resolución de problemas, particularmente en actividades vinculadas con estructuras funcionales. En el plano afectivo, la Escala EMAF reflejó una valoración positiva hacia el uso de Scratch y la modelación matemática, destacando niveles altos de motivación, confianza y percepción de utilidad. En conjunto, estos hallazgos sugieren que la estrategia didáctica posee potencial formativo para fortalecer el pensamiento algebraico desde una perspectiva cognitiva y actitudinal.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Los hallazgos de esta investigación permiten interpretar que la modelización matemática mediada por Scratch constituye una estrategia didáctica coherente con los enfoques contemporáneos de enseñanza del álgebra en educación superior, particularmente porque desplaza la enseñanza desde una lógica centrada en procedimientos aislados hacia procesos de comprensión, representación y construcción de significados. Desde esta perspectiva, los resultados respaldan lo planteado por Godino *et al.* (2003), quienes sostienen que el aprendizaje algebraico debe orientarse a la comprensión de estructuras, relaciones y significados matemáticos, superando la visión reduccionista de la manipulación simbólica. La integración de Scratch como recurso de programación visual fortaleció precisamente esta transición, al convertir conceptos abstractos en representaciones dinámicas capaces de favorecer procesos de generalización y abstracción.

En el plano metodológico, la investigación confirma la pertinencia de la modelación matemática como estrategia de articulación entre teoría y práctica, en consonancia con lo expuesto por Blum y Borromeo Ferri (2016), quienes señalan que modelar implica traducir fenómenos del entorno a estructuras matemáticas interpretables. Bajo esta lógica, Scratch funcionó como mediador entre el problema contextualizado y su formalización algebraica, permitiendo que el estudiante visualizara relaciones funcionales, analizara patrones y validara procedimientos. Esta dinámica coincide también con Mejía Alemán *et al.* (2022), quienes reconocen que la modelación matemática favorece aprendizajes activos al conectar contenidos académicos con situaciones reales, fortaleciendo el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

Asimismo, desde la perspectiva del pensamiento algebraico, la estrategia desarrollada muestra afinidad con lo propuesto por Kieran y Filloy Yagüe (2006), quienes destacan que el desarrollo algebraico implica procesos de generalización, razonamiento estructural y pensamiento funcional. La incorporación de programación visual no solo facilitó la comprensión operativa, sino que promovió formas superiores de razonamiento al vincular variables, relaciones y estructuras mediante simulaciones. Esto resulta especialmente relevante en estudiantes universitarios, cuya formación requiere trascender la ejecución mecánica para avanzar hacia competencias de modelización y análisis.

En términos psicopedagógicos, los resultados también pueden interpretarse desde la teoría sociocultural del andamiaje. Suárez Guerrero (2015), retomando los aportes de Vygotsky, destacan que el aprendizaje se potencia cuando existen mediaciones que permiten al estudiante avanzar desde niveles básicos hacia niveles superiores de autonomía (Wood *et al.*, 1976). En este estudio, Scratch operó como herramienta de andamiaje, al ofrecer una estructura visual e interactiva que facilitó la comprensión progresiva de procesos algebraicos complejos. Esta mediación tecnológica favorece un tránsito gradual entre orientación docente y autonomía cognitiva, aspecto clave en la formación por competencias.

Por otra parte, la valoración positiva de la estrategia también se relaciona con factores motivacionales. Casis *et al.* (2017) subrayan que la actitud hacia las matemáticas está profundamente influida por la autoconfianza, la motivación y la percepción de utilidad del contenido. En este sentido, la incorporación de recursos innovadores como Scratch responde a las demandas señaladas por Jahangiri *et al.* (2022), quienes enfatizan la necesidad de metodologías universitarias que respondan a las características cognitivas del estudiante contemporáneo mediante experiencias más activas, múltiples y contextualizadas.

En el contexto nicaragüense, estos resultados dialogan con Blandón Dávila (2019) y Herrera Castrillo y López (2025), quienes identifican dificultades persistentes en el aprendizaje del álgebra, particularmente en la transición del pensamiento aritmético al algebraico. Frente a ello, la presente investigación aporta evidencia de que la incorporación de estrategias de modelización con soporte tecnológico puede constituir una respuesta metodológica viable para fortalecer dicha transición, contribuyendo a una enseñanza más significativa en carreras científicas.

En conjunto, la discusión permite sostener que la modelización matemática mediada por Scratch no representa únicamente una innovación tecnológica, sino una reconfiguración pedagógica que integra didáctica de las matemáticas, pensamiento algebraico, motivación y formación por competencias. Su valor reside en posibilitar una enseñanza más contextualizada, visual, participativa y orientada a la resolución de problemas, alineándose con las necesidades actuales de la educación matemática superior.

Conclusiones

- La implementación de una estrategia didáctica basada en modelos matemáticos mediados por Scratch evidenció su pertinencia como recurso formativo para fortalecer el pensamiento algebraico en estudiantes universitarios, al favorecer procesos de aprendizaje más activos, contextualizados y orientados a la comprensión significativa del álgebra.
- La modelización matemática demostró ser una vía metodológica eficaz para potenciar habilidades cognitivas superiores, particularmente en términos de abstracción, generalización, razonamiento funcional y representación de relaciones algebraicas, aspectos esenciales para la formación académica en carreras científicas como Física-Matemática.
- El uso de Scratch como herramienta de programación visual constituyó un mediador pedagógico relevante, ya que facilitó la traducción de estructuras algebraicas abstractas a representaciones dinámicas, interactivas y computacionales, fortaleciendo la conexión entre teoría, práctica y resolución de problemas.

- Desde la dimensión afectiva, la estrategia contribuyó al fortalecimiento de la motivación, la autoconfianza y la percepción de utilidad práctica del álgebra, lo que sugiere que la integración de tecnologías educativas y procesos de modelización puede favorecer actitudes más positivas hacia el aprendizaje matemático en educación superior.
- En términos curriculares y didácticos, los hallazgos permiten concluir que la modelización matemática mediada por Scratch constituye una estrategia innovadora, coherente con el enfoque educativo por competencias, al integrar conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales en una experiencia de aprendizaje integral.
- Finalmente, esta investigación aporta evidencia empírica que respalda la necesidad de promover metodologías centradas en la modelación, el uso de tecnologías y la contextualización del conocimiento matemático, como alternativas para transformar la enseñanza tradicional del álgebra universitaria hacia prácticas pedagógicas más significativas, interdisciplinarias y orientadas a la formación de profesionales capaces de interpretar y modelar fenómenos de su realidad.

VI. REFERENCIAS

- Acosta Castillo, M. G., y Moreno Reyes, H. (2019). *Proceso de modelación algebraica con fundamentos psicopedagógicos en ingeniería: propuesta de desarrollo*. Capítulo 11. <http://repositorio.utm.mx:8080/bitstream/123456789/400/1/2019-MMIIIIBI-MGLAC.pdf>
- Alaniz Martínez, O. D., Canales Espinoza, Á. J., y Herrera Castrillo, C. J. (2026). Desarrollo del conocimiento computacional en aplicaciones de la implícitización polinomial. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 13(26), 10-15. <https://doi.org/10.29057/icbi.v13i26.14408>
- Arias, J., Holgado, J., Tafur, T., y Vasquez, M. (2022). *Metodología de la investigación*. Instituto Universitario de Innovación, Ciencia y Tecnología. <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/view/22/16/32>
- Ayala Bravo, D. F., Zambrano Rubio, R. M., Celi Gaona, D. C., Garzón Arteaga, I. D., Plúas Quijije, C., y Torres Ayala, L. N. (2026). Transformación digital en la educación: integración de tecnologías emergentes para innovar los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica Multidisciplinaria Tsafiki*, 3(1), 1133-1145. <https://doi.org/10.70577/n7ch2f83>
- Barragán Moreno, S. P., Aya Corredor, O., y Soto Saray, C. E. (2024). Modelo conceptual para la enseñanza y aprendizaje de matemáticas universitarias. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 8(1), 65-88. <https://doi.org/10.32541/recie.2023.v8i1.pp65-88>
- Blandón Dávila, M. E. (2019). Propuesta metodológica para el proceso de enseñanza-aprendizaje del Álgebra en primer año de la Universidad. *Revista Científica Estelí*, 8(30), 20-27. <https://doi.org/10.5377/farem.vo13o.7884>
- Blomhøj, M., y Højgaard, T. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123-139. <https://doi.org/10.1093/teamat/22.3.123>
- Blum, W., y Barzel-Ferri, B. (2016). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58. https://www.researchgate.net/publication/279478754_Mathematical_Modelling_Can_It_Be-Taught_And_Learnt
- Cabrera-Puig, R., y Vitale-Alfonso, A. M. (2022). Papel de los modelos matemáticos en la formación profesional. *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 34(1), 312-318. <https://doi.org/10.33975/riuuq.vol34n1.1005>

- Casis, M., Rico, N., y Castro, E. (2017). Motivación, autoconfianza y ansiedad como descriptores de la actitud hacia las matemáticas de los futuros profesores de educación básica de Chile. *Revista de investigación en didáctica de la matemática*, 11(3), 181-203. <http://hdl.handle.net/10481/45499>
- Castillo Sanchez, C. E. (2016). *Análisis de las Estrategias de Evaluación utilizadas por la docente, para el desarrollo de aprendizaje de Matemática I* [Tesis para optar al nivel académico de Máster en Formación de Formadores de Docentes, UNAN Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/4656/1/97074.pdf>
- Castrillo, C. J. (2024). Paradigma Positivista. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 12(24), 29-32. <https://doi.org/10.29057/icea.v12i24.12660>
- Courant, R., y Herbert, R. (1941). *¿Qué es la matemática? Una orientación para el público en general*. Oxford University Press (edición original). https://www.cimat.mx/~gil/docencia/2010/elementales/que_es_la_matematica.pdf
- Godino, J. D., Batanero, C., y Font, V. (2003). *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Ediciones Piramide. https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/1_Fundamentos.pdf
- Herrera Castrillo, C. J., y Gomez Vidal, M. E. (2026). Innovación Pedagógica en Álgebra Lineal: Clase Espejo entre Nicaragua y Bolivia. *Revista Criterio*, 6(10), 3-19. <https://doi.org/10.62319/criterio.v6i10.53>
- Herrera Castrillo, C. J., y López, O. S. (2025). Retos y desafíos en el aprendizaje del álgebra polinomial y lineal en la carrera de Matemáticas. *Revista Multi Ensayos*, 11(21), 42-46. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v11i21.20081>
- Herrera, C. (2025). Didáctica de la Matemática en la educación superior. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 12(23), 116-124. <https://doi.org/10.29057/escs.v12i23.12984>
- Herrera-Castrillo, C. J. (2023). Impacto del proyecto para el aprendizaje amigable de matemática en educación secundaria. *Revista Electrónica de Conocimientos, Saberes y Prácticas*, 6(11), 11-28. <https://doi.org/10.5377/recsp.v6i1.15475>
- Ibarra Martínez, M. A., Mendoza Arce, C. G., y López Delgado, M. E. (2025). Uso de las matemáticas en modelos de inteligencia artificial. *Ciencia y Educación*, 6(6), 361-374. <https://cienciayeducacion.com/index.php/journal/article/view/1346>
- Jahangiri, J., Oxman, V., y Stupel, M. (2022). Testing the NCTM 2020 Standards Using Rigorous Mathematics and Multiple Solutions to a Single Geometric Problem. *Resonance*, 27(6). <https://doi.org/10.1007/s12045-022-1397-z>
- Kieran, C., y Filloy Yagüe, E. (2006). El aprendizaje del álgebra escolar desde una perspectiva psicológica. *Revista de investigación y Experiencias Didácticas*, 7(3), 229-240. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5038>
- Kuz, A., y Ariste, M. C. (2022). Análisis y revisión de softwares educativos para el aprendizaje de la programación en entornos lúdicos. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 52(1), 117-136. <https://doi.org/10.17227/ted.num52-13159>
- Liñan Morales, Y. A. (2025). *Secuencias didácticas para desarrollar el pensamiento algebraico por medio de la modelización matemática en el bachillerato* [Tesis doctoral, Universidad de Sonora]. https://pmm.mat.uson.mx/docs/predoctorales/2025-Liñan_Morales.pdf
- Martínez Suárez, M. D. (2018). *Transición de la aritmética al álgebra en los estudiantes universitarios de la UNAN-FAREM Chontales en II semestre del año 2017* [Tesis de Maestría, Universidad, URACCAN]. <http://repositorio.uraccan.edu.ni/1083/1/Transición%20de%20la%20aritmética%20al%20álgebra%20en%20los%20estudiantes.pdf>

- Mejía Alemán, L. V., Gallo Aguila, C. I., y Quintana Sánchez, D. J. (2022). La modelación matemática como estrategia didáctica para la resolución de problemas matemáticos. *Horizontes: Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(26), 2204-2218. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i26.485>
- Ramírez Lubianos, J. L. (2025). El modelo de barras como recurso visual para el pensamiento prealgebraico. *Revista Enseñanza de las Matemáticas y Experiencias Docentes*, 1(2), 63-76. <https://doi.org/10.24844/REMEDI/0102.04>
- Segura Carrión, M. J., y Burgos, M. (2025). Una experiencia para desarrollar el razonamiento algebraico en el aula de sexto de primaria. *Epsilon – Revista de Educación Matemática* (121), 83-101. https://thales.cica.es/epsilon_d9/sites/default/files/2025-12/epsilon121_o6.pdf
- Socas, M. (1999). *Perspectivas de investigación en pensamiento algebraico*. Valladolid: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM. <https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/perspectivas-de-investigacion-en-pensamiento-algebraico>
- Suárez Guerrero, C. (2015). En torno al origen de la teoría sociocultural. La Zona de. *Anuari de Psicologia de la Societat Valenciana de Psicologia*, 15(2), 179-192. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10550/47737>
- Triminio Zavala, C. M., Castrillo Herrera, C. J., y Medina Martínez, W. I. (2023). Formación investigativa del estudiante universitario en el Modelo por competencia de UNAN-Managua. *Revista Científica FAREM Esteli*, 12(48), 108-128. <https://doi.org/10.5377/farem.v12i48.17529>
- Wood, D., Bruner, J., y Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(1), 89-100. https://sachafund.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/10/wood_et_al-1976-journal_of_child_psychology_and_psychiatry.pdf
- Zajda, J. (2018). *Globalisation and Education Reforms: Paradigms and Ideologies* (19 ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-1204-8>