Ocapo y Torres (2025)
Volumen 13, número 1, pp. 11-19

ISSN: 2395.955X
Revista AMIUTEM

Sistemas de ecuaciones lineales en contexto STEM: un análisis del estado del arte

Araceli Ocampo Cuevas
aocampoc@uaz.edu.mx
Universidad Autónoma de Zacatecas, México

Mónica del Rocío Torres Ibarra
mtorres@uaz.edu.mx
Universidad Autónoma de Zacatecas, México

Resumen

La educación matemática ha evolucionado al formar parte del enfoque STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), impulsando el desarrollo del pensamiento lógico y la capacidad de resolver problemas. En este tenor, la modelización matemática se consolida como un marco fundamental para conectar la teoría con la práctica en distintas áreas del conocimiento, destacándose el empleo de circuitos eléctricos como recurso didáctico. Sin embargo, un análisis del estado del arte permite identificar que pese a sus beneficios, la implementación de estas metodologías enfrenta desafíos significativos, entre ellos la escasa formación docente y la dificultad de adaptar los métodos pedagógicos a contextos diversos, por lo que se hace necesario establecer conexiones matemáticas mediante actividades integradoras desde las primeras etapas educativas, lo que a su vez implica replantear la formación docente y el diseño de propuestas didácticas contextualizadas. El estado del arte que se presenta en este trabajo es un análisis realizado con el objetivo diseñar una secuencia didáctica apoyada en la modelización matemática y la metodología STEM, para el estudio de sistemas de ecuaciones lineales aplicados a circuitos eléctricos, con el fin de potenciar su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: STEM, sistemas de ecuaciones lineales, modelización matemática, tecnología.

Abstract

Mathematics education has evolved as part of the STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) approach, promoting the development of logical thinking and problem-solving skills. In this context, mathematical modeling has established itself as a fundamental framework for connecting theory with practice in different areas of knowledge, with the use of electrical circuits as a teaching resource being particularly prominent. However, an analysis of the state-of-the-art reveals that, despite their benefits, the implementation of these methodologies faces significant challenges, including limited teacher training and the difficulty of adapting teaching methods to diverse contexts. Therefore, it is necessary to establish mathematical connections through integrative activities from the earliest stages of education. This, in turn, implies rethinking teacher training and the design of contextualized teaching proposals. The state of the art presented in this work is an analysis carried out with the objective of designing a teaching sequence supported by mathematical modeling and STEM methodology, for the study of systems of linear equations applied to electrical circuits, with the aim of enhancing their teaching-learning process.

Keywords: STEM, linear equations system, mathematical modeling, technology.

Recibido: 30 mayo 2025 *Aceptado: 20 junio 2025* *Publicado: 24 junio 2025*

ISSN: 2395.955X
Revista AMIUTEM

Introducción

El enfoque interdisciplinario que conecta las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) juega un papel importante en la formación de individuos preparados para enfrentar los desafíos globales. Esta integración favorece el desarrollo de habilidades técnicas y científicas, promoviendo la innovación. En educación, especialmente en matemáticas, esta metodología es fundamental para unir conceptos teóricos con aplicaciones reales. Según Peña-Páez y Morales-García (2016), la modelización matemática contextualiza el aprendizaje, favoreciendo habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico. Aguilera et al. (2021) destacan que la integración disciplinaria en STEM es esencial para brindar a los estudiantes un conocimiento práctico, facilitando su preparación para el mundo profesional y tecnológico. Este proceso se enriquece con el uso de tecnologías como GeoGebra, que facilita la comprensión de conceptos matemáticos complejos. Galarza y Janampa (2019) afirman que GeoGebra permite visualizar interactivamente los sistemas de ecuaciones lineales, promoviendo una enseñanza dinámica y colaborativa. Sin embargo, para maximizar los beneficios, los docentes deben estar capacitados en el uso adecuado de estas tecnologías, como subrayan Campoverde (2016) y Gallo (2018), quienes resaltan la importancia de competencias tecnológicas y pedagógicas.

La incorporación de herramientas como GeoGebra debe ir acompañada de una metodología adecuada para modelar problemas reales. Márquez et al. (2021) proponen que la modelización de problemas contextualizados usando sistemas de ecuaciones lineales refuerza la comprensión matemática y mejora las habilidades de resolución de problemas. Medina-Sandoval (2019) resalta la necesidad de reconstruir el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ecuaciones lineales para lograr un entendimiento sólido y su aplicación real. Este marco teórico se alinea con el enfoque STEM, utilizando herramientas como GeoGebra. Santos (2018) y Pérez et al. (2023) coinciden en que esta enseñanza prepara a los estudiantes para un mundo cada vez más tecnológico. No obstante, la integración de esta estrategia sigue enfrentando desafíos, como la falta de formación docente (Ledezma et al., 2024). Desde esta perspectiva, Alsina (2020) subraya la importancia de establecer conexiones matemáticas significativas desde las primeras etapas educativas, lo que implica replantear tanto la formación docente como el diseño de propuestas didácticas contextualizadas. En este sentido, el presente estudio se basa en un análisis del estado del arte para fundamentar el diseño de una secuencia didáctica orientada al estudio de los sistemas de ecuaciones lineales con aplicación en circuitos eléctricos.

La propuesta se apoya en la modelación matemática como fundamento teórico y en el enfoque STEM, con el objetivo de favorecer aprendizajes significativos y contextualizados en los estudiantes. A su vez, este trabajo revisa el impacto de las herramientas tecnológicas en la enseñanza y el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales, destacando la integración de tecnología, matemáticas e ingeniería y cómo estos recursos mejoran la comprensión de conceptos abstractos y facilitan su aplicación en contextos reales. A través del análisis de diversas investigaciones, se busca ofrecer una visión integral sobre las ventajas y desafíos de implementar este enfoque en el aula, contribuyendo al desarrollo de estrategias didácticas innovadoras.

Referente teórico

Se toman los fundamentos de la modelización matemática, un proceso que consiste en transformar un problema real en una representación matemática y, a su vez, devolver sus resultados al contexto original de manera comprensible (Pollak, 2007). En la literatura especializada se han propuesto diferentes ciclos para analizar el proceso de modelización (Borromeo Ferri, 2006) y han surgido distintas perspectivas sobre su implementación (Preciado et al., 2023). En este estudio se adopta el ciclo de modelización desde una perspectiva cognitiva (ver figura 1), propuesto por Borromeo Ferri (2018), el cual se enmarca en la postura realista de trabajo con modelización (Abassian et al., 2020).

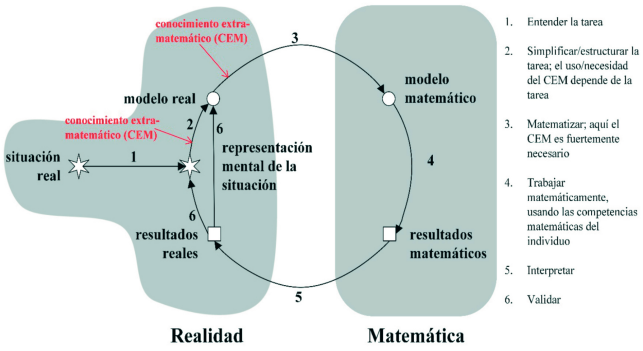

Figura 1. Ciclo de modelización desde una perspectiva cognitiva

Nota. Tomada de Ledezma et al. (2024, p. 60)

En este contexto, Lay (2012) señala que los sistemas de ecuaciones lineales son herramientas fundamentales, pues permiten modelar situaciones en las que se busca encontrar valores para las incógnitas que satisfacen múltiples condiciones simultáneamente. Un sistema de ecuaciones lineales se presenta en la forma estándar: $a_1x_1 + a_2x_2 + \cdots + a_nx_n = b$

Donde $x_1, x_2, \ldots, x_n$ son las incógnitas del sistema, $a_1, a_2, \ldots, a_n$ son los coeficientes de estas incógnitas y b es el término constante. El subíndice n puede ser cualquier entero positivo. En los ejemplos y ejercicios del libro, n normalmente está entre 2 y 5. En problemas de la vida real, n podría ser 50 o 5000, o incluso mayor.

Por definición, un sistema de ecuaciones lineales (o sistema lineal) es una colección de una o más ecuaciones lineales que implican las mismas variables, por ejemplo, x_1,..., x_n. Un ejemplo (Lay, 2012, p. 2) es:

$$2x_1 - x_2 + 1.5x_3 = 8$$

$$x_1 - 4x_3 = -7$$

Teniendo en cuenta lo anterior, consideramos que el enfoque STEM fortalece la modelización matemática al conectar conceptos abstractos con situaciones del mundo real, promoviendo un aprendizaje significativo en ciencia, tecnología e ingeniería. Un ejemplo concreto de esta aplicación son los circuitos eléctricos, donde las ecuaciones permiten modelar y analizar el comportamiento de corrientes y voltajes, facilitando la comprensión de principios fundamentales en física. Para que esta integración sea efectiva, es fundamental que los educadores se formen y desarrollen metodologías, competencias y materiales adaptados a las necesidades de los estudiantes. En este sentido, autores como Bybee (2013) sostienen que el enfoque STEM puede contribuir a responder a los desafíos económicos y sociales actuales, identificando las necesidades de los trabajos y profesiones para ajustar las nuevas habilidades a los requisitos laborales, al mismo tiempo que hace hincapié en los retos tecnológicos y medioambientales que enfrentamos (ver figura 2).

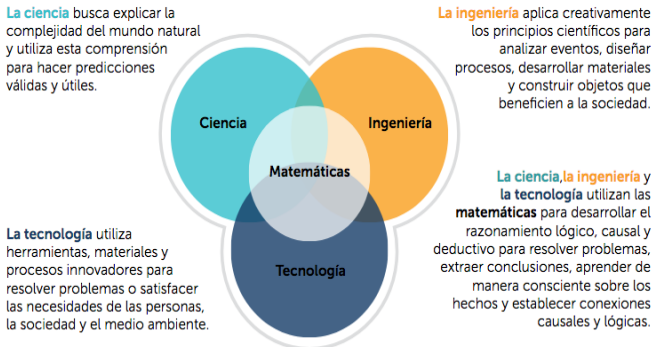

Figura 2. *Elementos del enfoque STEM*

Nota. Tomada de Olvera et al. (2022, p. 3)

Para profundizar en este tema, Alsina (2020) destaca la importancia de los procesos clave establecidos por el National Council of Teachers of Mathematics en 2000, los cuales incluyen la resolución de problemas, el razonamiento y la prueba, la comunicación, la representación y las conexiones. En este panorama, Novo et al. (2017) vinculan las conexiones matemáticas con el concepto de conexionismo, el cual promueve una enseñanza global en la que se reemplaza el desarrollo secuencial de los contenidos por un enfoque integral. A partir de un estudio realizado con 271 niños de distintos niveles de Educación Infantil (de 3 a 6 años), los autores identifican tres tipos de conexiones matemáticas: 1) conexiones conceptuales, que se encargan de establecer nexos entre contenidos matemáticos diversos; 2) conexiones docentes, que vinculan conceptos matemáticos a través de metodologías activas y permiten vivenciar experiencias matemáticas en relación con otras materias; y 3) conexiones prácticas, que relacionan las matemáticas con el entorno. Esta categorización guarda un fuerte paralelismo con la clasificación propuesta por Alsina (2014), como se ilustra en la figura 3.

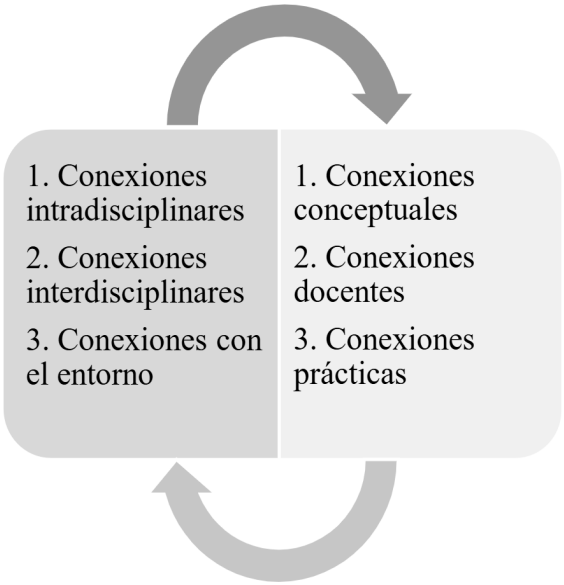

Figura 3. *Tipos de conexiones matemáticas*

Nota. Tomada de Alsina (2020, p. 4)

Las interrelaciones entre disciplinas son fundamentales en el proceso de enseñanza, especialmente en contextos educativos que buscan responder a los desafíos del siglo XXI. Beltrán-Pellicer y Muñoz-Escolano (2021) destacan que, mediante experiencias integradas, se fortalecen los vínculos entre las distintas áreas del conocimiento, favoreciendo un aprendizaje más significativo y contextualizado. Para implementar esta integración de manera efectiva desde edades tempranas, Alsina (2017) desarrolla un modelo orientado a promover la alfabetización matemática en la infancia, el cual puede extrapolarse al ámbito de la alfabetización STEM. Este

ISSN: 2395.955X
Revista AMIUTEM

modelo incluye fases específicas diseñadas no solo para gestionar actividades, sino también para fomentar de manera intencional la interrelación de los conceptos matemáticos con otras disciplinas científicas y tecnológicas (ver figura 4), promoviendo así un enfoque holístico del aprendizaje.

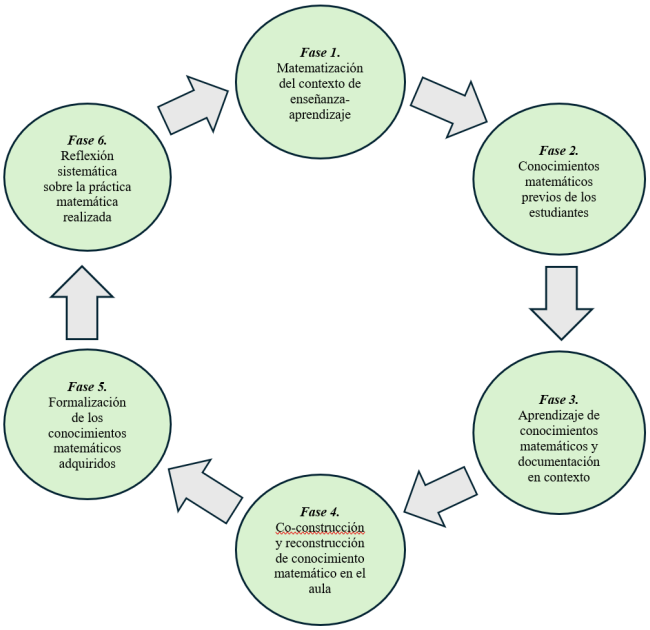

Figura 4. *Modelo de alfabetización matemática en la infancia*

Nota. Adaptado de Alsina (2020, p. 173)

El modelo se fundamenta en las aportaciones del NCTM (2000, 2014), organismos internacionales y los principios de la Educación Matemática Realista (Freudenthal, 1973, 1991), y se estructura en seis fases:

Fase 1. Matematización del contexto de enseñanza-aprendizaje: se fundamenta en contribuciones de la EMR (Freudenthal, 1973, 1991) y del NCTM (2003, 2015) en relación tanto a la práctica del profesor como al diseño de la enseñanza. Se parte de la idea que: a) el punto de partida de una actividad consiste en seleccionar un contexto real o realista, con el objeto de poder partir del nivel situacional (Freudenthal, 1991); y b) una vez planificado el contexto se determinan los conocimientos matemáticos que se van a trabajar en dicho contexto (es decir, qué contenidos y a través de qué procesos).

Fase 2. Conocimientos matemáticos previos de los estudiantes: esta fase tiene una fuerte inspiración sociocultural, ya que se asume que toda actividad debería partir de los conocimientos previos de los estudiantes. Como señaló Vigotsky (1978), si la distancia entre lo que el alumno sabe y lo que se planifica que aprenda es demasiado grande, el aprendizaje difícilmente se produce. Se asume que existen diversos recursos posibles para hacer emerger conocimientos previos en un contexto de comunicación en el aula de matemáticas, aunque uno de los más adecuados son las buenas preguntas o las preguntas efectivas (EduGains, 2011; Mercer, 2001).

Fase 3. Aprendizaje de conocimientos matemáticos y documentación en contexto: a medida que los estudiantes avanzan en su escolaridad, deben impulsarse otros niveles de comprensión: nivel referencial, mediante esquematización y modelos, descripciones, etc.; nivel general, mediante exploración, reflexión y generalización; y, finalmente, nivel formal, mediante procedimientos estándares y notación convencional (Freudenthal, 1991). Otro elemento interesante a considerar durante esta fase es la documentación de las acciones de los estudiantes (Malaguzzi, 2001).

Fase 4. Co-construcción y reconstrucción de conocimiento matemático en el aula: los estudiantes comunican lo que han aprendido en contexto, procurando en todo momento que utilicen un lenguaje matemático adecuado, en sintonía con algunas de las principales recomendaciones sobre buenas prácticas matemáticas, que preconizan la importancia del lenguaje para describir, explicar y justificar ideas matemáticas (Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas e Infancia, 2012). El nuevo conocimiento co-construido se contrasta con los conocimientos previos, dando lugar a la reconstrucción de conocimiento matemático.

Fase 5. Formalización de los conocimientos matemáticos adquiridos: se promueve que los estudiantes representen de manera simbólica las situaciones concretas de la realidad (Alsina, 2006). Por esta razón, una buena práctica debería finalizar, a medida que avanzan las posibilidades de representación de los estudiantes, con la institucionalización de los aprendizajes matemáticos adquiridos. Los estudiantes deberían ir adquiriendo progresivamente herramientas que les permitan formalizar los aprendizajes a través del lenguaje escrito en general y, más adelante, del lenguaje simbólico o algebraico en particular.

Fase 6. Reflexión sistemática sobre la práctica matemática realizada: para cerrar la secuencia de fases es imprescindible contemplar la reflexión sistemática a partir de la propia acción, con el objeto de mejorarla, tal como sugieren las principales recomendaciones sobre buenas prácticas matemáticas en Educación Infantil (Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas e Infancia, 2012; NAEYC & NCTM, 2013).

ISSN: 2395.955X
Revista AMIUTEM

Estado del arte

Para abordar el tema de interés, se realizó un análisis de estudios previos sobre la modelización matemática en la enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales, sobre todo en contextos STEM. La búsqueda se efectuó en repositorios académicos (Redalyc, Dialnet, SciELO), bases de datos universitarias y Google Académico, priorizando documentos publicados desde 2015. Los trabajos recopilados se organizaron en cuatro categorías:

1) Modelización matemática y enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales.
2) Uso de tecnología educativa en el aula de matemáticas.
3) Enfoque STEM en educación matemática.
4) Aprendizaje contextualizado en circuitos eléctricos.

En cuanto al primer eje, la modelización matemática se presenta como un marco teórico que favorece la comprensión de conceptos abstractos, promueve el aprendizaje significativo y conecta la teoría con la práctica, aspecto especialmente relevante en contextos STEM. Se ha comprobado que integrar tecnologías digitales, contextualizar problemas y diseñar secuencias didácticas bien estructuradas impacta positivamente en el aprendizaje y en la práctica docente, aunque también plantea retos de implementación. Un ejemplo representativo es el estudio de Chávez (2020), quien diseñó una secuencia didáctica basada en el lenguaje algebraico y el uso de GeoGebra, evidenciando cómo el contexto, la tecnología y la intervención docente favorecen la comprensión del álgebra a través de problemas reales. Esta metodología generó mayor motivación y participación estudiantil, aunque también implicó retos como la necesidad de intervención constante del docente y la dependencia tecnológica.

Por su parte, Peña-Páez y Morales-García (2016) destacan la importancia de contextualizar conceptos matemáticos en la formación de ingenieros, acercando la matemática a su aplicación profesional. Esta estrategia potencia la motivación y apropiación del conocimiento, pero exige docentes capacitados en modelización matemática, capaces de guiar procesos sin perder el rigor conceptual. Márquez et al. (2021) propusieron una metodología en tres etapas (orientación, desarrollo y evaluación) que fomenta la participación activa de estudiantes y docentes. Aunque efectiva, requiere planificación precisa y tiempo suficiente, lo que puede dificultar su aplicación en contextos con limitaciones de recursos.

Desde una mirada teórica, Medina-Sandoval (2019) realizó una revisión documental que evidenció cómo las dificultades en álgebra en niveles superiores se originan en deficiencias conceptuales tempranas. Propone reforzar la formación matemática desde etapas iniciales, aunque sugiere que ello implicaría reformas curriculares de fondo. En el ámbito internacional, Ledezma et al. (2024) reportan una experiencia formativa en Panamá con docentes de secundaria, destacando la variedad de enfoques en la resolución de problemas de modelización. Esto revela la necesidad de formación continua, aunque también se identificó resistencia al cambio entre algunos docentes, lo que limita la adopción de enfoques innovadores. Por su lado, Zapata et al. (2015) desarrollaron una estrategia didáctica en Medellín basada en problemas cotidianos y el método heurístico de Polya, logrando mejoras en la resolución de problemas algebraicos. Sin embargo, destacan la importancia de seleccionar adecuadamente los problemas, considerando su complejidad y sensibilidad temática.

En conjunto, estos estudios ofrecen una visión amplia sobre la enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales en contextos STEM. La modelización matemática emerge como una estrategia eficaz para contextualizar el aprendizaje, integrar tecnología y fomentar el pensamiento crítico. No obstante, su implementación efectiva requiere docentes capacitados, tiempo para la planificación y, en muchos casos, adecuaciones curriculares.

Las herramientas digitales, como GeoGebra, han demostrado ser aliadas del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que facilitan la visualización e interacción con conceptos matemáticos complejos, potenciando tanto el aprendizaje como la enseñanza. Diversas investigaciones analizan su impacto en el desempeño académico y en la innovación pedagógica (abordado en la segunda categoría), donde Galarza y Janampa (2019) estudiaron la influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales en estudiantes de tercer grado de secundaria. Utilizando un diseño preexperimental con pruebas antes y después de la intervención, hallaron un aumento significativo en el rendimiento académico, con un promedio final de 15.89 puntos. La prueba de signos confirmó que esta mejora no fue aleatoria, destacando el valor del software en la representación gráfica y la manipulación dinámica de ecuaciones. No obstante, subrayaron la necesidad de capacitar a los docentes, ya que el uso efectivo de estas tecnologías exige habilidades técnicas y didácticas específicas.

De forma similar, Campoverde (2016) comparó el rendimiento de dos grupos de estudiantes de décimo año: uno que utilizó GeoGebra y otro que siguió métodos tradicionales. El grupo experimental obtuvo mejores resultados, con diferencias de hasta 1.45 puntos, lo que indica que el software mejora tanto la comprensión de conceptos como la motivación

estudiantil. Sin embargo, se evidenció una limitada integración del software por parte del profesorado, lo que refuerza la necesidad de formación docente y de una mayor presencia de la tecnología en el currículo. Por su parte, Gallo (2018) implementó una secuencia didáctica apoyada en GeoGebra para abordar la función lineal en noveno grado, dentro de un enfoque cualitativo de investigación-acción. Los estudiantes mostraron avances en la modelación y resolución de problemas, así como en autonomía y pensamiento crítico. El estudio concluye que el éxito de estas metodologías depende en gran parte del diseño de las actividades y del acompañamiento docente, ya que el uso del software sin una guía adecuada puede limitar su efectividad.

A través de una revisión sistemática, Pusdá et al. (2022) identificaron beneficios consistentes del uso de GeoGebra en distintos niveles educativos: mejora en la comprensión, el pensamiento crítico, el rendimiento académico y la actitud hacia la matemática. No obstante, advierten que su efectividad depende de la infraestructura tecnológica disponible y de la capacitación docente. En el ámbito universitario, Gaona y Guerrero (2022) compararon un enfoque tradicional con uno asistido por GeoGebra en estudiantes de ingeniería. El grupo que utilizó la herramienta digital mostró una mejora de 3.72 puntos, frente a 1.06 del grupo control, y retuvo mejor el aprendizaje a largo plazo. Esto refuerza el valor de la tecnología en la modelización matemática a nivel superior, aunque también plantea retos para su integración efectiva en programas formativos tradicionales.

Estos estudios evidencian que GeoGebra es una herramienta eficaz para la enseñanza de sistemas de ecuaciones lineales, al facilitar la visualización, promover la comprensión conceptual y mejorar el rendimiento. Sin embargo, su implementación exitosa requiere planificación didáctica, infraestructura adecuada y formación continua del profesorado. Su incorporación representa una oportunidad para dinamizar la enseñanza del álgebra y responder a las demandas del aprendizaje en contextos educativos contemporáneos.

Con respecto a la tercera categoría de esta revisión, el enfoque STEM ha cobrado relevancia en la investigación educativa por su potencial para mejorar la enseñanza-aprendizaje y promover una formación interdisciplinaria. Este enfoque busca que los estudiantes no solo adquieran conocimientos aislados, sino que desarrollen habilidades para resolver problemas de manera colaborativa y contextualizada. Diversos estudios abordan su implementación desde estrategias pedagógicas, modelos de integración disciplinar y el uso de tecnologías en el aula. Aguilera et al. (2021), mediante una revisión sistemática, identificaron distintos modelos de integración STEM, desde la enseñanza separada de disciplinas hasta experiencias pedagógicas totalmente combinadas. Aunque esto muestra su flexibilidad, también revela una falta de consenso conceptual y práctico, lo cual genera incertidumbre entre docentes. Esta ambigüedad, influida por factores contextuales y de recursos, destaca la necesidad de marcos teóricos claros que orienten la aplicación del enfoque según las condiciones de cada institución.

Desde su origen, el acrónimo STEM ha adoptado múltiples significados: educativos, político-sociales y personales, lo que ha contribuido a su conceptualización ambigua. Mientras algunas propuestas se centran en una sola disciplina o combinaciones parciales, otras intentan una integración completa sin lograr una verdadera conexión interdisciplinaria. Esta diversidad de interpretaciones exige una mayor claridad para facilitar la adopción efectiva por parte de los docentes, así como políticas educativas que apoyen su formación continua y garanticen recursos adecuados. En este sentido, Castiblanco y Lozano (2016) analizaron el impacto de un modelo basado en robótica en escuelas rurales de Colombia, observando mejoras en el rendimiento estudiantil, especialmente en geometría, aunque subrayaron que su éxito depende de la capacitación docente y del acceso a tecnología, factores críticos en contextos con recursos limitados.

Doğan et al. (2019) propusieron integrar las disciplinas científicas, tecnológicas, de ingeniería y matemáticas mediante el modelado matemático, lo que facilita la transferencia de conceptos y mejora la resolución de problemas interdisciplinarios, aunque señalaron que su implementación requiere formación docente específica, así como ajustes curriculares e institucionales. Además, el uso de herramientas digitales ha sido fundamental en el desarrollo de este enfoque, como lo demuestra López et al. (2020), quienes evidencian que aplicaciones como GeoGebra mejoran la comprensión de conceptos matemáticos y aumentan la motivación estudiantil, aunque su efectividad depende de la infraestructura tecnológica y la capacitación del profesorado. Finalmente, tanto Hitt (2023) como Kertil y Gurel (2016) coinciden en que la modelación matemática apoyada por tecnología favorece la integración disciplinar y mejora el aprendizaje.

Alsina (2020) aporta evidencia desde la educación infantil, al mostrar cómo las actividades STEAM permiten establecer conexiones matemáticas significativas a través de experiencias lúdicas y contextualizadas. Su estudio resalta que incluso en niveles iniciales es posible fomentar la interdisciplinariedad y el pensamiento matemático mediante propuestas integradas, lo que refuerza la importancia de introducir este enfoque desde las primeras etapas del sistema educativo.

Otros estudios, como los de López y Mendoza (2020), Maass et al. (2019), Olvera et al. (2022) y Ortega et al. (2022), resaltan que la educación STEM debe incorporar habilidades metacognitivas, experiencias prácticas y tecnologías emergentes como la realidad virtual, siempre acompañadas de formación docente adecuada. En conjunto, estas investigaciones subrayan que una educación interdisciplinaria apoyada en tecnología fortalece las competencias matemáticas y científicas necesarias para afrontar los desafíos del siglo XXI.

La integración de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas mediante modelización matemática, el uso de herramientas digitales y enfoques pedagógicos interdisciplinarios ofrece importantes beneficios para el aprendizaje. Sin embargo, su implementación efectiva exige investigaciones continuas sobre su impacto, formación docente específica y condiciones institucionales que respalden estos procesos.

Al abordar la última categoría, se evidencia una desconexión entre las ciencias básicas y las asignaturas de especialización en los programas de ingeniería. Esta separación limita la aplicación efectiva de los conceptos matemáticos en el contexto profesional, resultando en una comprensión superficial y dificultando la resolución de problemas reales (Santos, 2018). Por ello, integrar las ciencias básicas con los campos de especialización es esencial para fomentar un aprendizaje sólido y relevante para los futuros profesionales.

Con el objetivo de resolver estas dificultades, la modelización matemática se presenta como un marco fundamental que permite integrar conocimientos teóricos en situaciones concretas. Un ejemplo de su implementación se encuentra en la asignatura de *Operaciones Unitarias* en Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, donde se estudia la *conminución de sólidos* dentro del marco de un problema industrial real. Este enfoque no solo facilita la comprensión de los principios matemáticos y físicos involucrados, sino que también permite a los estudiantes reconocer la importancia de los cursos de ciencias básicas en su formación profesional, promoviendo un aprendizaje más significativo.

El uso de herramientas digitales en la enseñanza de la modelización matemática complementa eficazmente esta estrategia al facilitar la comprensión y aplicación de conceptos teóricos. En el análisis de circuitos eléctricos, Pérez et al. (2023) proponen el uso de GeoGebra como herramienta interactiva para representar diagramas fasoriales, lo que permite a los estudiantes entender la relación entre la tensión y la corriente en el plano complejo de un circuito. De manera similar, Sauvey (2022) sugiere emplear hojas de cálculo para modelar circuitos eléctricos, ofreciendo a los estudiantes una opción para desarrollar habilidades analíticas y mejorar su comprensión de los circuitos RLC. Estos recursos no solo facilitan el aprendizaje, sino que también proporcionan recursos prácticos que los estudiantes pueden utilizar en su futura carrera profesional. Vincular la teoría matemática con su aplicación práctica es fundamental en la formación en ingeniería, y González (2017) resalta la relevancia de emplear circuitos eléctricos en la enseñanza de sistemas algebraicos lineales, ya que la desconexión entre teoría y práctica puede generar desinterés y bajo rendimiento académico.

Conclusiones

La modelización matemática constituye un eje fundamental para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, pues permite vincular conceptos abstractos en contextos reales y, de este modo, hacerlos más comprensibles. Chávez (2020) y Peña-Páez y Morales-García (2016) argumentan que, además de reforzar contenidos específicos, este enfoque potencia el pensamiento crítico y la capacidad para abordar problemas complejos. Cuando se incorpora GeoGebra (una herramienta tecnológica de visualización dinámica), la modelización se vuelve aún más interactiva. Galarza y Janampa (2019), Pusdá et al. (2022) y Gaona y Guerrero (2022) han demostrado que el uso de este software facilita la exploración autónoma de los conceptos y mejora significativamente la comprensión matemática.

Por su parte, el enfoque STEM amplía el alcance de la modelización al fomentar un aprendizaje interdisciplinario y orientado a la resolución de retos reales. Hitt (2023) y Maass et al. (2019) señalan que integrar estas disciplinas fortalece las competencias matemáticas y prepara a los estudiantes para aplicar modelos cuantitativos en contextos profesionales. Alsina (2020) subraya, además, la necesidad de propuestas didácticas que establezcan conexiones significativas entre las matemáticas y su aplicación práctica, lo cual implica repensar la formación docente. Estrategias como la metacognición y el aprendizaje basado en problemas, tal como plantean López y Mendoza (2020), han mostrado su eficacia para apoyar a estudiantes en riesgo académico. En conjunto, estas evidencias respaldan que la combinación de modelización matemática y enfoque STEM, aplicada a sistemas de ecuaciones lineales en circuitos eléctricos, ofrece un marco pedagógico sólido: permite a los alumnos visualizar y manipular modelos matemáticos en un contexto físico real, promoviendo un aprendizaje más profundo y con significado.

ISSN: 2395.955X
Revista AMIUTEM

Referencias

1. Abassian, A., Safi, F., Bush, S., y Bostic, J. (2020). Five different perspectives on mathematical modeling in athematics education. *Investigations in Mathematics Learning*, 12(1), 53–65. https://doi.org/10.1080/19477503.2019.1595360
2. Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez-González, J. M., y Perales-Palacios, F. J. (2021). In search of a long-awaited consensus on disciplinary integration in STEM education. *Mathematics, 9*(6), 597. https://doi.org/10.3390/math9060597
3. Alsina, Á. (2006). Cómo desarrollar el pensamiento matemático de 0 a 6 años. Editorial Octaedro-Eumo.
4. Alsina, Á. (2014). Procesos matemáticos en Educación Infantil: 50 ideas clave. Números, 86, 5–28. https://drive.google.com/file/d/1hnOOdtUfpa6_AOQeARLb5-cHk1Y5Qi-c/view
5. Alsina, Á. (2017). Caracterización de un modelo para fomentar la alfabetización matemática en la infancia: vinculando la investigación con las buenas prácticas. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (12), 59–78. Recuperado de https://aiem.es/article/view/3886/4327
6. Alsina, Ángel. (2020). Conexiones matemáticas a través de actividades STEAM en Educación Infantil. UNIÓN - *REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 16(58), 168-190. Recuperado a partir de https://revistaunion.org.fespm.es/index.php/UNION/article/view/69
7. Asociación Australiana de Profesores de Matemáticas e Infancia en Australia. (2012). *Declaración de posición sobre las matemáticas en la primera infancia*. *EDMA 0-6: Educación Matemática en la Infancia, 1*(2), 1–4. https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/declaracion-de-posicion-sobre-las-matematicas-en-la-primera-infancia/
8. Beltrán-Pellicer, P., & Muñoz-Escolano, J. M. (2021). Una experiencia formativa con BlocksCAD con futuros docentes de matemáticas en secundaria. Didactica. *Revista de Investigación en Didácticas Específicas*, (10), 71-90. https://doi.org/10.1344/did.2021.10.71-90
9. Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 86–95. https://doi.org/10.1007/bf02655883
10. Borromeo Ferri, R. (2018). *Learning How to Teach Mathematical Modeling in School and Teacher Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68072-9
11. Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education*. NSTA Press. https://books.google.com.mx/books?id=gfn4AAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
12. Campoverde, M. Y. (2016). *La utilización del software Geo-Gebra como apoyo didáctico en la enseñanza de los temas de sistemas de ecuaciones y funciones y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes de décimo año de la Unidad Educativa Tuntatacto, Cantón Guano* [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4472
13. Castiblanco, P. J., & Lozano, R. (2016). *El modelo STEM como práctica innovadora en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en las escuelas unitarias de la IED Instituto Técnico Agrícola de Pacho, Cundinamarca* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar]. https://hdl.handle.net/20.500.12585/2677
14. Chávez, A. A. (2020). *Una propuesta de enseñanza de las matemáticas para alumnos de tercer año de preparatoria desde la modelización matemática* [Tesis de maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN]. https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/4044/SSIT0019052.pdf?sequence=1
15. Doğan, M. F., Gürbüz, R., Erdem, Z. Ç., y Şahin, S. (2019). Using mathematical models to integrate STEM disciplines: A theoretical framework. *Turkish Journal of Educational Informatics and Mathematics (TURCOMAT, 10*(3), 628-653. https://doi.org/10.16949/turkbilmat.502007
16. EduGAINS. (2011). *Asking effective questions*. https://valleyteams.com/wp-content/uploads/2013/04/asking-effective-questions-in-math.pdf
17. Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Riedel Publishing Company. https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-010-2903-2?utm_source
18. Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Kluwer Academic Publishers. https://link.springer.com/book/10.1007/0-306-47202-3
19. Galarza, C. J., y Janampa, A. N. (2019). *Aplicación del GeoGebra como software matemático para el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales de los estudiantes del tercer grado de la institución educativa "Manuel Gonzales Prada" Chinche–Yanahuanca* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2136
20. Gallo, E. (2018). *Resolución de problemas con la función lineal a través de una secuencia didáctica utilizando el programa GeoGebra con el fin de contribuir con el aprendizaje en los estudiantes del grado noveno de la IED Codema* [Tesis de maestría, Universidad de La Sabana]. http://hdl.handle.net/10818/34109
21. Gaona, S. M., y Guerrero, S. L. (2022). GeoGebra para el aprendizaje de modelación matemática en ingeniería: estudio de caso (modalidad en línea). *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12*(24). https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1228
22. González, J. G. (2017). Implementación de circuitos eléctricos para facilitar el aprendizaje de sistemas algebraicos lineales. *Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo, 7*(14), 51-62. https://doi.org/10.23913/ride.v7i14.272
23. Hitt, F. (2023). Modelación matemática y uso de tecnología bajo una perspectiva STEM. *Revista AMIUTEM*, 11(2), 1–26. Recuperado a partir de https://revista.amiutem.edu.mx/index.php/relecamiutem/article/view/245
24. Ibarra, C. E. (2017). Análisis del desempeño estudiantil en el uso de los métodos de solución de sistemas de ecuaciones lineales. Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa, 4(7). https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/672/863
25. Kertil, M., y Gurel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4*(1), 44-55. https://doi.org/10.18404/ijemst.95761

ISSN: 2395.955X
Revista AMIUTEM

26. Lay, D. C. (2012). *Linear algebra and its applications* (4th ed.). Pearson.
27. Ledezma, C., Morales-Maure, L., y Font, V. (2024). Experiencia educativa en modelización para docentes de matemática en Panamá. *Alteridad. Revista de educación, 19*(1), 58-70. https://doi.org/10.17163/alt.v19n1.2024.05
28. López, V., Couso, D., y Simarro, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital. *Revista De Educación a Distancia, 5*. https://www.um.es/ead/red/58/lopez_et_al.pdf
29. López, X., & Mendoza, M. (2020). Integrando la metacognición y la ejercitación en el aprendizaje en STEM: Un taller interdisciplinario para estudiantes en riesgo académico cursando álgebra. *Congresos CLABES*, 370-377. https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11428
30. Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., et al. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM Mathematics Education, 51*, 869–884. https://doi.org/10.1007/s11858-019-01100-5
31. Malaguzzi, M. (2001). *La educación infantil en Reggio Emilia*. Rosa Sensat - Octaedro.
32. Márquez, G., Mora, C., y Escalona, P. I. (2021). Propuesta metodológica para favorecer la habilidad de modelar problemas contextualizados que conducen sistemas de ecuaciones lineales. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa, 9*(3), 104-119. https://refcale.uleam.edu.ec/index.php/refcale/article/view/3537
33. Medina-Sandoval, E. (2019). Reconstruyendo el camino del proceso de enseñanza-aprendizaje de la solución de los sistemas de ecuaciones lineales. *Eco Matemático, 10*(2), 79–88. https://doi.org/10.22463/17948231.2595
34. Mercer, N. (2001). *Palabras y mentes*. Paidós. https://books.google.com.mx/books?id=-61bLyLvVPEC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
35. National Association for the Education of Young Children [NAEYC] & National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2013). Matemáticas en la educación infantil: Facilitando un buen inicio. Declaración conjunta de posición. *EDMA 0-6: Educación Matemática en la Infancia, 2*(1), 1–23. https://funes.uniandes.edu.co/funes-documentos/matematicas-en-la-educacion-infantil-facilitando-un-buen-inicio-declaracion-conjunta-de-posicion/
36. National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. The National Council of Teachers of Mathematics. https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/
37. Novo, M.ª L., Alsina, Á., Marbán, J. Mª, & Berciano, A. (2017). Inteligencia conectiva para la educación matemática infantil. *Comunicar. Revista Científica de Comunicación y Educación, 52*, 29–39. https://www.revistacomunicar.com/pdf/52/c5203es.pdf
38. Olvera, M. del C., Reyes, A. V., Campos, M., Torres, A. A., y Soto , C. A. (2022). El enfoque STEM y el aprendizaje de las matemáticas. *UNIÓN - REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA*, 18(66). Recuperado a partir de https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1423
39. Ortega, A. P., López, V. P., y Mediavilla, D. M. (2022). El papel de las nuevas tecnologías en la educación STEM. *Bordón: Revista de Pedagogía, 74*(4), 11-21. https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.96550
40. Peña-Páez, L. M., y Morales-García, J. F. (2016). La modelación matemática como estrategia de enseñanza-aprendizaje: El caso del área bajo la curva. *Revista Digital Educación en Ingeniería, 11*(21), 64–71. https://doi.org/10.26507/rei.v11n21.637
41. Pérez, M., Ramos, J., & Rodríguez, A. (2023). Empleo del GeoGebra en el análisis fasorial de los circuitos eléctricos. *Ingeniería Energética, 44*(3), 123-130. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012023000300123
42. Preciado, A. P., Peña, F., Ortiz, Y. A., y Solares, A. (2023). Diversity of perspectives on mathematical modelling: A review of the international landscape. En G. Greefrath, S. Carreira, y G. A. Stillman (Eds.), Advancing and Consolidating Mathematical Modelling: Research from ICME-14 (pp. 43–57). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-27115-1_3
43. Pusdá, M. P., Rosero, R. H., y Benavides, G. G. (2022). Evaluación del software GeoGebra como recurso de enseñanza en sistemas de ecuaciones. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 3406-3419. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2843
44. Santos, W. C. (2018). Un desafío para el docente: la modelación matemática contextualizada. Caso aplicado a conminución de sólidos. *Studium Veritatis*, 16(22), 105–136. https://doi.org/10.35626/sv.22.2018.284
45. Sauvey, C. (2022). Mathematical Modeling of Electrical Circuits and Increasing Difficulty Practical Work with Classic Spreadsheet Software. *Modeling*, 3(4), 445-463. https://doi.org/10.3390/modelling3040029
46. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
47. Zapata, J., Villa, L. y Calderón, L. (2015). *Modelización de la realidad como estrategia didáctica para la enseñanza de ecuaciones lineales en el grado noveno*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Antioquia, Colombia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia. Disponible en: http://hdl.handle.net/10495/22911