

Desafíos y barreras para la implementación exitosa del método STEM en la enseñanza de las matemáticas en educación primaria en la nueva escuela mexicana

Challenges and barriers to the successful implementation of the STEM method in the teaching of mathematics in primary education in the new Mexican school

Marcia María Beltrán Gutiérrez

Licenciado en Educación Primaria y Maestrante en Pedagogías Emergentes en el Instituto Everest, Universidad en Línea, Mazatlán, Sinaloa, México.

Correo: lamotxitha@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-3012-4749>

RESUMEN

El análisis de implementación del método STEM en la enseñanza de las matemáticas en la educación primaria tuvo como propósito investigar la integración de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas en un enfoque educativo coherente y contextualizado. Se utilizó la metodología de la cartografía conceptual para diseñar actividades y proyectos significativos que conectarán estas disciplinas. La implementación del método STEM surgió como respuesta a la necesidad de mejorar las competencias en áreas científicas y tecnológicas y ha sido adoptada internacionalmente desde principios del siglo XXI, con diversas adaptaciones en distintos contextos educativos. En México, su adopción fue impulsada por iniciativas gubernamentales y organizaciones educativas. El método STEM se caracterizó por pertenecer al campo de la educación integral y el currículo interdisciplinario, empleando metodologías pedagógicas activas como el aprendizaje basado en proyectos y colaborativo, así como el uso de tecnologías educativas. Los resultados más importantes incluyeron la identificación de barreras significativas, como la falta de recursos educativos de calidad y la necesidad de formación docente específica. Sin embargo, también se destacó que el enfoque STEM centrado en el desarrollo de habilidades prácticas y aplicables, así como la evaluación alineada con su enfoque interdisciplinario, ofreció oportunidades cruciales para mejorar la calidad educativa. Las conclusiones subrayan la importancia de superar las barreras mediante estrategias adecuadas y apoyo continuo, para aprovechar las oportunidades que el enfoque STEM puede brindar a la educación primaria en México.

ABSTRAC

The analysis of the concept of implementing the STEM method in teaching mathematics in primary education aimed to investigate the integration of Science, Technology, Engineering, and Mathematics

into a coherent and contextualized educational approach. Conceptual mapping methodology was used to design meaningful activities and projects that connected these disciplines. The implementation of the STEM method emerged in response to the need to improve competencies in scientific and technological areas and has been adopted internationally since the early 21st century, with various adaptations in different educational contexts. In Mexico, its adoption was driven by government initiatives and educational organizations. The STEM method was characterized by belonging to the field of integral education and interdisciplinary curriculum, employing active pedagogical methodologies such as project-based and collaborative learning, as well as the use of educational technologies. The most important results included the identification of significant barriers, such as the lack of quality educational resources and the need for specific teacher training. However, it was also highlighted that the STEM approach, focused on developing practical and applicable skills and aligned evaluation methods, offered crucial opportunities to improve educational quality. The conclusions emphasized the importance of overcoming barriers through appropriate strategies and continuous support to leverage the opportunities that the STEM approach can provide to primary education in Mexico.

Palabras clave: Método STEM, educación primaria, cartografía conceptual, interdisciplinario, formación docente, evaluación educativa.

Keywords: STEM method, primary education, conceptual mapping, interdisciplinary, teacher training, educational evaluation.

INTRODUCCIÓN

La educación se enfrenta a una serie de desafíos y barreras en la actualidad. El contexto de la educación es amplio y diverso, abarcando una variedad de aspectos que influyen en cómo se estructura, se imparte y se percibe la educación en una sociedad. La Nueva Escuela Mexicana (NEM) es un enfoque educativo impulsado por el gobierno mexicano para transformar el sistema educativo del país. Este enfoque busca una educación más inclusiva, equitativa y de calidad para todos los estudiantes mexicanos. Algunos aspectos clave del contexto educativo específico de México, especialmente en el marco de la NEM, incluyen: SEP (Secretaría de Educación Pública, 2019).

Colocando en contexto, Kurup, Li, Powell y Brown (2019) destacan la importancia de la formación especializada de los profesores de primaria para enseñar las disciplinas STEM de manera integrada, proporcionándoles modelos pedagógicos que se relacionen con la vida cotidiana y las competencias del siglo XXI. Además, Lee, Rhee y Rudolf (2019) enfatizan que profesores bien preparados pueden fomentar en los estudiantes una motivación intrínseca hacia materias específicas, como las ciencias y las matemáticas.

Por tal motivo, se plantea un objetivo general: investigar los desafíos y barreras a los que se enfrenta el docente en la implementación del método de STEM en la enseñanza de las

matemáticas en la educación primaria en la nueva escuela mexicana. Para lograr este objetivo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las principales barreras estructurales y de recursos que enfrentan los docentes al implementar el método STEM en la enseñanza de las matemáticas.
2. Analizar la actitud y percepción de los docentes hacia el método STEM así como su disposición para integrarlo en sus prácticas pedagógicas.

Este estudio es importante porque aportará una comprensión más profunda de las barreras y desafíos específicos que enfrentan los docentes de la Nueva Escuela Mexicana, lo que permitirá proponer estrategias educativas más efectivas para la integración del método STEM en la enseñanza de las matemáticas, contribuyendo así a la mejora de la calidad educativa en el país.

METODOLOGÍA

Tipo de Estudio

Para llevar a cabo esta investigación, se empleó un análisis documental basado en la cartografía conceptual. Según Tobón (2017). Este enfoque implica la búsqueda, organización y sistematización de información científica disponible sobre los desafíos y barreras en la implementación del método STEM en la enseñanza de las matemáticas en la educación primaria dentro del contexto de la Nueva Escuela Mexicana. Los pasos específicos realizados fueron:

Búsqueda y recopilación de documentos relevantes:

- Se realizaron búsquedas exhaustivas en bases de datos académicas como Google Académico, SciELO, Redalyc y Dialnet utilizando palabras clave relacionadas con la educación STEM, su implementación, enfoques, metodologías y evaluación.
- Se recopilaron artículos científicos, libros y otros documentos tanto nacionales como internacionales que abordaban estos temas, publicados entre el 2018 y 2023.

Organización y análisis conceptual:

- Utilizando la cartografía conceptual, los documentos recopilados se organizaron para identificar los conceptos clave relacionados con la implementación del método STEM en la enseñanza de matemáticas. Tales conceptos incluyen habilidades fomentadas, roles docentes, vinculación con el desarrollo del siglo XXI, y las metodologías pedagógicas involucradas.

Construcción de conocimiento:

A través del análisis conceptual, se construyó una comprensión más profunda de los desafíos y barreras que enfrenta la implementación del método STEM, como las actitudes y percepciones docentes, la formación docente necesaria, y los recursos y metodologías de evaluación requeridos.

Aplicación del conocimiento:

El conocimiento adquirido se utilizó para proponer recomendaciones sobre estrategias efectivas para abordar los desafíos identificados. Esto incluye la integración curricular, acceso a recursos, capacitación docente y adopción de metodologías de evaluación alineadas.

Técnica de Análisis

Se utilizó la cartografía conceptual como estrategia para gestionar el conocimiento desde un análisis teórico y conceptual-práctico. Siguiendo los procesos de búsqueda, organización, análisis, construcción y aplicación del conocimiento científico (Tobón, 2015). A través del análisis conceptual de los documentos recopilados, se identificaron las habilidades fomentadas por STEM, los roles docentes, la vinculación con el desarrollo del siglo XXI, y las metodologías pedagógicas involucradas.

Construir una comprensión más profunda de los desafíos y barreras que enfrenta la implementación del método STEM, como las actitudes y percepciones docentes, la formación docente necesaria, y los recursos y metodologías de evaluación requeridos. Además de proponer recomendaciones sobre estrategias efectivas para abordar los desafíos identificados.

Documentos Analizados

Tabla 1. Ejes de la cartografía conceptual y su explicación.

Eje	Pregunta central	Componentes
Noción	¿Cuáles son los desafíos y barreras para la implementación exitosa del Método STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la Nueva Escuela Mexicana?	- Desafíos en la implementación de STEM - Barreras en la implementación de STEM - Aspectos específicos del contexto de la Nueva Escuela Mexicana relacionados con la implementación de STEM en la enseñanza de las matemáticas
Categorización	¿En qué área curricular se inserta el Método STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la Nueva Escuela Mexicana?	La integración del Método STEM se inserta en el área curricular de matemáticas en Educación Primaria en la Nueva Escuela Mexicana.

Caracterización	¿Qué habilidades y competencias promueve el Método STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la Nueva Escuela Mexicana?	Pensamiento crítico y creativo, resolución de problemas, colaboración, comunicación, habilidades tecnológicas, habilidades de investigación y adaptabilidad
Diferenciación	¿Cómo se distingue la enseñanza de las matemáticas bajo el Método STEM de otros enfoques tradicionales?	- Enfoque interdisciplinario - Énfasis en la aplicación práctica - Uso de la tecnología como herramienta educativa - Fomento de habilidades transversales
División	¿Cuáles son los roles del docente y del estudiante en la implementación del Método STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la Nueva Escuela Mexicana?	- Rol del docente: facilitador, guía, mentor - Rol del estudiante: investigador, colaborador, solucionador de problemas
Vinculación	¿Cómo se relaciona la implementación del Método STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la Nueva Escuela Mexicana con el contexto educativo global?	- Tendencias internacionales en educación STEM - Relación con el desarrollo de habilidades del siglo XXI - Impacto en la preparación para futuros desafíos laborales y sociales
Metodología	¿Cuáles son las estrategias recomendadas para superar los desafíos y barreras en la implementación de STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la Nueva Escuela Mexicana?	- Desarrollo profesional docente - Integración curricular efectiva - Acceso equitativo a recursos y tecnología - Fomento de la participación de la comunidad educativa - Evaluación y seguimiento continuo de los programas de STEM
Ejemplificación	¿Qué ejemplos exitosos de implementación de STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la Nueva	(Ejemplo: Programa piloto en una escuela primaria que integra robótica educativa en el currículo de matemáticas, evidenciando mejoras

	Escuela Mexicana pueden destacarse?	en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes)
--	-------------------------------------	---

Fuente: Adaptado de Dino-Morales, L. I., y Tobón, S. (2017), CIFE.

La tabla 2 resume los documentos analizados para que el artículo cumpliera con los criterios establecidos. De esto, se puede concluir que existen avances significativos en la investigación empírica sobre el tema de los desafíos y barreras para la implementación exitosa del método de STEM en la enseñanza de las matemáticas en Educación Primaria en la nueva escuela mexicana. También se puede observar la importante de la contribución de los artículos extranjeros tuvieron sobre el tema

Tabla 2. Documentos seleccionados para el estudio conceptual

Tipo de documento	Sobre el tema	Otros contextos	Nacionales	Extranjeros
LIBROS	1	0	0	0
ARTÍCULOS	24	12	13	23
TESIS	0	0	0	0
DICCIONARIOS	0	0	0	0
MANUALES	0	0	0	0
LEGISLACIÓN	0	0	0	0
JURISPRUDENCIA	0	0	0	0
OTROS	2	0	0	2

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del análisis mediante la cartografía conceptual siguiendo paso a paso y cumpliendo con los 8 ejes que a continuación se muestran.

1. Noción de STEM

López, Córdoba y Soto (2020) conciben, la educación STEM es vista como un enfoque interdisciplinario que busca enriquecer cuatro áreas principales: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, con el objetivo de integrarlas de manera simultánea en situaciones reales mediante experiencias significativas para los estudiantes.

El enfoque STEM se originó en respuesta a la creciente demanda de habilidades en estas áreas cruciales para el desarrollo tecnológico y económico (Rodríguez, 2019). STEM hace hincapié en un enfoque educativo interdisciplinario donde los conceptos académicamente sólidos se aplican en situaciones reales. Esto implica la implementación de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos que abarcan desde la escuela hasta la sociedad, el deporte o el ámbito laboral, según Lupiáñez y Ruiz-Hidalgo (2016).

La educación en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), un acrónimo inglés que engloba estas disciplinas, se refiere a la tendencia educativa de preparar a futuros profesionales a partir de estas cuatro áreas, adoptando un enfoque interdisciplinario, práctico y orientado a la aplicación. Su objetivo es instaurar un nuevo modelo educativo que reconozca la importancia de enseñar ciencias en contextos reales y atienda a las demandas de la cuarta revolución industrial, Hom (2014).

2. Categorización de STEM

Respecto al campo educativo, sobre la educación STEM/STEAM se han identificado diversas denominaciones, como modelo educativo, pedagógico, de enseñanza, metodología, estrategia, método, corriente educativa y enfoque. Se entiende como la agrupación de las áreas del acrónimo (Hernández y Calderón, 2019) o, de manera más específica, como su integración (Acevedo, 2020; Arguello et al., 2020; Losada & Chala, 2020; Ramírez, 2020).

La educación STEM se integra en un currículum interdisciplinario, que se caracteriza por contenidos y habilidades de diferentes áreas del conocimiento, promoviendo un aprendizaje más significativo y aplicable en contextos reales (González y Herrera, 2021).

3. Caracterización de STEM

La metodología STEM/STEAM propuesta permite la integración de conocimientos en áreas como ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y arte. Además, el proyecto STEAM-E-WEB ha ampliado esta propuesta al incluir el idioma inglés como un área adicional, enriqueciendo así el desarrollo de habilidades de los estudiantes. Este enfoque busca fomentar la transversalidad para fortalecer la conexión y la interacción entre las diversas disciplinas. Por tanto, es relevante seguir explorando el desarrollo de metodologías STEM/STEAM que incorporen otras áreas disciplinarias y, de manera transversal, consideren la pedagogía como una disciplina integradora.

La tecnología juega un papel fundamental en la educación STEM, proporcionando herramientas y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje. Esto incluye desde software educativo hasta laboratorios virtuales y plataformas de aprendizaje en línea. Para García, Reyes y Burgos (2017), es esencial tener en cuenta las habilidades relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). En la misma línea, Becker y Park (2011) sostienen que la integración de estas asignaturas tiene un impacto positivo en los estudiantes. Sin embargo, según Vo, Zhu y Diep (2017), las disciplinas STEM deben cumplir dos criterios: 1) pertenecer a los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, y 2) encajar en uno de los cuatro grupos que conforman las ciencias duras.

Aunque los enfoques varían entre países, el logro de sus respectivos objetivos está estrechamente relacionado con la capacitación de los docentes para diseñar lecciones STEAM que persiguen dichos fines. En México, el Movimiento STEAM sostiene que este enfoque educativo puede ser una solución para alcanzar los objetivos de la Agenda 2030, fomentar la innovación y el emprendimiento, impulsar el desarrollo de habilidades para la Cuarta Revolución Industrial y mejorar la inclusión (Gras, Alí y Segura, 2020).

Respecto al Sistema Educativo Mexicano, la Secretaría de Educación Pública (SEP) establece en el documento "Aprendizajes Clave para la Educación Secundaria", dentro del Campo de Formación Académica: Exploración y Comprensión del Mundo Natural y Social (SEP, 2017), el objetivo de que los estudiantes "adquieran una base conceptual para comprender el mundo en el que viven, desarrollen habilidades para analizar problemas diversos y complejos, y se conviertan en individuos analíticos, críticos, participativos y responsables" (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2019).

La disponibilidad de recursos educativos de calidad, como materiales didácticos, laboratorios y herramientas tecnológicas, es esencial para la implementación del método STEM (Pérez y Ramírez, 2020). Este aspecto es clave, pues facilita el desarrollo de actividades prácticas y un aprendizaje experimental, que son elementos fundamentales de este enfoque.

4. Diferenciación de STEM

A diferencia de los métodos tradicionales de enseñanza, que suelen ser más centrados en el profesor y basados en la memorización de contenidos, el método STEM se centra en el estudiante y en el desarrollo de habilidades prácticas y aplicables. Sari et al. (2020) destacan que los entornos de aprendizaje STEM deben proporcionar oportunidades para que los estudiantes desarrollen habilidades del siglo XXI, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la creatividad, con el fin de aplicar estas destrezas y capacidades en situaciones cotidianas y para abordar problemas del mundo real (Ariffin et al., 2018; Freiman, 2020; Ring et al., 2017). Esto, según Aldana y Caplan (2019), genera prácticas efectivas que impulsan círculos virtuosos de aprendizaje a lo largo de la vida.

El enfoque STEM está alineado con la enseñanza basada en competencias, que busca desarrollar habilidades y competencias clave para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación. Además de fomentar el desarrollo de competencias, este enfoque busca cultivar el interés y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje (Morgan y Gerber, 2016), especialmente mediante el uso de tecnología (Araya, 2016), con el objetivo de mejorar su rendimiento y desempeño académico (Koch et al., 2018). Según Aldana (2017), la multidisciplinariedad ha contribuido a un mejor desempeño de los estudiantes y ha estimulado la creatividad tanto dentro como fuera del aula.

5. División o Clasificación de STEM

Este enfoque busca integrar las disciplinas STEM en un solo currículo coherente y conectado, donde los estudiantes puedan ver las interrelaciones entre las diferentes áreas del conocimiento. Consideramos que un enfoque STEM integrado, basado en grandes ideas STEM y la instrucción diferenciada, puede proporcionar a los niños que reciben educación en entornos multigrado experiencias significativas en las áreas STEM. Estas experiencias les permitirían comprender en profundidad temas relevantes tanto a nivel global como local, al tiempo que desarrollan habilidades del siglo XXI, teniendo en cuenta y respondiendo a sus necesidades individuales y territoriales de desarrollo.

La instrucción diferenciada dentro de un currículo integrado puede satisfacer las necesidades de cada estudiante y aumentar sus posibilidades de asimilar los aprendizajes al: (i) ofrecer diversas formas de explorar conceptos básicos y aplicarlos en diversas situaciones, (ii) proporcionar alternativas para dar sentido a las ideas y (iii) generar oportunidades para que los estudiantes expresen lo que saben en múltiples formas (Clayton et al., 2010).

Aunque menos común, algunos enfoques de educación STEM mantienen las disciplinas separadas, pero fomentan proyectos y actividades que conectan los contenidos de manera significativa (López y Ramírez, 2020). Esta estrategia es efectiva para poder contextualizar el aprendizaje en diversas áreas del conocimiento.

6. Vinculación de STEM

La educación STEM requiere métodos de evaluación que reflejen el enfoque interdisciplinario y el desarrollo de competencias. Esto incluye evaluaciones basadas en proyectos, portafolios y autoevaluaciones (Méndez y Flores, 2021). Además, STEM abarca otras interpretaciones que establecen conexiones con diversas disciplinas, lo que facilita una construcción más holística del conocimiento, como se propone en la ciudad de Medellín con el concepto de Territorio STEM donde la letra (Cano y Ángel, 2020). Posteriormente, la Alcaldía de Medellín lo renombra como Ser+STEM (Mova & Alcaldía de Medellín, 2020), promoviendo la creación de estrategias para mejorar la calidad educativa a través de prácticas reflexivas que abarcan el saber, el hacer y el ser. También se encuentran otros enfoques como STEM+Agriculture, mencionado por Swafford (2018), que explora fronteras multidisciplinares, incluida la agricultura, con un enfoque laboral y económico, facilitando así la interrelación entre ciencias y matemáticas.

La educación STEM está estrechamente vinculada con el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación (Gómez, 2022). Dado que la sociedad contemporánea se encuentra inmersa en cambios constantes y rápidos en los ámbitos de la ciencia y la tecnología, es crucial repensar el enfoque educativo. Según Zamorano-Escalona, Cartagena-García y Reyes-González (2018), "este entorno conduce, de manera progresiva, a la configuración de un estilo de vida dinámico, interconectado e instantáneo, con formas de vida, empleos y desafíos que probablemente difieran considerablemente de los actuales en el futuro". Por tanto, es fundamental que el ámbito educativo, y en particular los modelos de enseñanza, sean reformulados para promover el desarrollo de habilidades y competencias que capaciten a los jóvenes para adaptarse a estas nuevas condiciones.

7. Metodología de Aplicación de STEM

La implementación del método STEM requiere una integración curricular que conecte las diferentes disciplinas y fomente un aprendizaje significativo y contextualizado. Una estrategia para abordar el desafío que enfrentan los maestros multigrado en la creación de experiencias de aprendizaje auténticas y pertinentes para los estudiantes, que promuevan el aprendizaje activo, la circulación y apropiación de conocimientos, el desarrollo de habilidades del siglo XXI, y la resolución de problemáticas locales y globales de manera interdisciplinaria, es incentivar y respaldar a los docentes en el diseño de unidades curriculares STEM integradas. La educación STEM integrada se presenta como un enfoque educativo multidisciplinario que

elimina las barreras tradicionales entre la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, y las relaciona con el mundo real a través de experiencias rigurosas y pertinentes. Estas experiencias ofrecen oportunidades para que los estudiantes comprendan cómo se interrelacionan temas o campos aparentemente no relacionados al abordar problemas reales (Nadelson y Seifert, 2019).

La capacitación continua de los docentes es esencial para la implementación exitosa del método STEM. Esto incluye formación en las disciplinas STEM, en metodologías pedagógicas activas y en el uso de tecnologías educativas (Pérez y González, 2021). Un programa de desarrollo profesional continuo para los maestros, respaldado por la investigación académica, se centra en cultivar un cuerpo docente con una perspectiva integrada de las disciplinas escolares en relación con la sostenibilidad. Este programa tiene como objetivo capacitar a los maestros para implementar innovaciones educativas que perduren en el tiempo y produzcan resultados positivos en el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes de los estudiantes en relación con esta visión holística.

La evaluación continua y formativa es clave para la educación STEM, permitiendo a los docentes ajustar sus estrategias pedagógicas y apoyar el desarrollo de los estudiantes de manera más efectiva (Torres y Hernández, 2020).

8. Ejemplificación de STEM

Los estudios de caso y las buenas prácticas son ejemplos clave de la implementación del método STEM en la enseñanza de matemáticas. Estos ejemplos pueden proporcionar modelos y estrategias que los docentes pueden adaptar y aplicar en sus contextos educativos (González y Fernández, 2020). Diseñar un ambiente de aprendizaje que se adapte a las demandas cambiantes de la sociedad implica una serie de acciones integrales. Esto incluye la creación de carreras, perfiles, títulos, planes de estudios, asignaturas y sistemas de calificación que respondan a las necesidades actuales y futuras del mercado laboral y de la sociedad en general. Además, es importante establecer mecanismos de evaluación continua del currículo, que pueden incluir evaluaciones internas y externas, así como procesos de reestructuración curricular para asegurar la relevancia y eficacia del plan de estudios. También es esencial definir el perfil deseado de los docentes, así como proporcionarles la formación y el apoyo necesarios para impartir una educación que prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo actual.

Los proyectos exitosos en la educación STEM demuestran cómo se pueden integrar las disciplinas de manera efectiva y cómo los estudiantes pueden beneficiarse de un enfoque educativo más holístico y conectado con la realidad (. El aprendizaje basado en proyectos y casos prácticos ha demostrado ser una metodología efectiva para generar un aprendizaje significativo. Sin embargo, implementarlo con los recursos limitados disponibles en las instituciones públicas en el país representa un desafío considerable. Por otro lado, se ha comprobado que las habilidades asociadas al enfoque de las ciencias integradas, conocidas como STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), son cruciales para fomentar un aprendizaje más activo y una mejor comprensión de los contenidos científicos.

En la Educación en México, existen varios modelos educativos, como el tradicional, la formación técnica y el modelo dual (actualmente bajo el modelo mexicano de formación dual). Sin embargo, aunque estos modelos representan esfuerzos valiosos, tienden a estar más orientados hacia la educación convencional, la capacitación técnica o la resolución de problemas para adquirir experiencia práctica, en lugar de desarrollar la habilidad de "ingenio" para resolver problemas prácticos de manera más generalizada. Esta habilidad es crucial para enfrentar desafíos diversos, como el estudio de una ingeniería y la realización de tareas de investigación aplicada en diferentes contextos.

DISCUSIÓN

La literatura revisada muestra que la implementación del método STEM en la educación primaria enfrenta desafíos significativos, pero también ofrece oportunidades importantes para mejorar la calidad educativa y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

Las barreras estructurales, como la fragmentación del currículo y la falta de recursos educativos de calidad, son desafíos significativos que enfrentan los docentes en la implementación del método STEM. La falta de un currículo integrado y coherente dificulta la adopción de un enfoque interdisciplinario en la educación primaria. Además, la falta de acceso a recursos educativos de calidad, como laboratorios, materiales didácticos y tecnología, limita las oportunidades de los estudiantes para participar en actividades STEM significativas.

Una estrategia para abordar los desafíos de los profesores multigrados es fomentar el diseño de unidades curriculares STEM integradas. Este enfoque multidisciplinario busca eliminar las barreras entre ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, integrándose al mundo real a través de experiencias significativas. Inicialmente centrada en aspectos económicos y vocacionales, la educación STEM ha evolucionado hacia una visión formativa que prepara a los ciudadanos del siglo XXI para resolver problemas multidisciplinarios en contextos reales, promoviendo la alfabetización en estas áreas y estimulando el interés en carreras STEM (Blackley y Howell, 2015; Bosch et al., 2011; Breiner et al., 2012; Guzey et al., 2016; Nadelson y Seifert, 2017; Moore et al., 2015).

La actitud y percepción de los docentes hacia el método STEM influyen significativamente en su disposición para implementarlo. Lee, Rhee y Rudolf (2019) destacan que los docentes que tienen una actitud positiva hacia STEM y que perciben sus beneficios están más motivados para integrarlo en sus prácticas pedagógicas. Sin embargo, muchos docentes carecen de la formación y el apoyo necesarios para adoptar este enfoque de manera efectiva. La falta de capacitación adecuada y el miedo al cambio son barreras importantes que deben abordarse para facilitar la implementación del método STEM.

La profesionalización docente es un tema central en la educación, sin embargo, su ejecución ha estado plagada de enfoques fracasados que se han centrado en una visión minimalista de la formación docente. Se destaca la importancia de la evaluación formativa del proceso y la capacitación del profesorado como elementos fundamentales para el éxito de las reformas educativas. La mentoría se presenta como un modelo que promueve el desarrollo profesional

al ofrecer acompañamiento a los docentes en formación. A pesar de los intentos por articular la formación inicial y continua de profesores, persiste una dicotomía entre ambos ámbitos.

En el caso de los países miembros de la mancomunidad del Caribe, se propone una integración de los elementos comunes en las mallas curriculares de la formación inicial y continua. La formación antes del servicio se concibe como el inicio de un desarrollo profesional permanente. La profesionalización se entiende como un proceso de construcción de una cierta profesionalidad, que incluye dimensiones , éticas y reflexivas. La conciencia profesional docente se desarrolla a través de la reflexión sobre la práctica y la capacidad de dar cuenta de los propios enunciados.

Paulo Freire sugiere que pensar la práctica como generadora de conocimiento es fundamental para el desarrollo profesional. La activación de una conciencia epistémica a través del lenguaje puede impactar positivamente en los procesos de profesionalización (Lieberman y Wood, 2006; Torres, 2002; Avalos, 2002; Centro de Políticas Públicas uc & Elige Educar, 2012; Miller, 2002; Desgagné, 2005; Freire, 2002).

Las metodologías de evaluación tradicionales no están alineadas con los objetivos del enfoque STEM, lo que representa una barrera significativa para su implementación. La evaluación basada en proyectos, portafolios y autoevaluaciones son métodos más adecuados para reflejar el enfoque interdisciplinario y el desarrollo de competencias que promueve la educación STEM. Según Lee et al. (2019), la implementación de métodos de evaluación más flexibles y formativos puede apoyar mejor el aprendizaje de los estudiantes y el desarrollo de habilidades del siglo XXI.

Diversos autores (Diamond y Stebleton, 2019; Maiorca et al., 2021; Mihelich et al., 2017; Stanford et al., 2017; Walan y Gericke, 2021) resaltan la importancia de la evaluación formativa del proceso en la implementación de experiencias educativas STEM. Además, hacen hincapié en la relevancia de la capacitación del profesorado, destacando la formación y el compromiso alcanzado (García-Piqueras y Sotos-Serrano, 2021). En general, concluyen que el papel de los profesores es fundamental para el éxito de este tipo de enfoques educativos (Hamilton et al., 2021; Hite y Milbourne, 2021; Ring et al., 2017).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A (2020). Cómo promover la educación STEM en Colombia. Conferencia Anual de Ministros de Educación de la Unión Europea CUMEX. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/revcie/article/view/20473>

Aldana, H. D. M., y Caplan, P. S. A. (2019). Experiencias Innovadoras en Educación Hacia la Construcción de Círculos Virtuosos, 27-40.

Aldana, V. (2017). Pertinencia de la corriente de educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática) en la Universidad Nacional de Colombia.

Araya, R. (2016). *Uso de las tecnologías en STEM y habilidades del siglo XXI. Educación y formación en competencias STEM: prioridades para América Latina y el Caribe*. Ciudad de México: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

Ariffin, I., Abbas, N. A., y Md Noor, F. (2018). *Integrating STEM Education: Perspectives of Professional Development and Challenges*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 342, 012100. Recuperado de: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/342/1/012100>

Arguello, E., Torano, D. S., & Lora, S. A. (2020). *Lineamientos para la incorporación de la metodología STEAM en la educación media rural en Colombia*. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación*, 11(1), 31-50. Recuperado de: <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11443>

Avalos, B. (2002). *Profesores para el siglo XXI*. En: Tenti, E. *El oficio de docente: vocación, trabajo y profesión en el siglo XXI*, 109-144. Buenos Aires: Siglo XXI

Becker, K., y Park, K. (2011). *Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis*. *Journal of STEM Education*, 12(5-6), 23-38.

Blackley, S., y Howell, J. (2015). *A STEM Narrative: 15 Years in the Making*. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112.

Bosch, G., Gascón, J., Trigueros, M., & Artaud, M. (2011). *Leer e integrar los Organizadores del Currículo*. En G. Bosch, J. Gascón, A. Ruiz Olarría, M. Artaud, A. Bronner, Y. Chevillard, G. Cirade, C. Ladage, y M. Larguier, *Un recorrido por la TAD (Teoría Antropológica de lo Didáctico)* (91-115). CRM Documents.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., y Koehler, C. M. (2012). *What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships*. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

Cano, M., y Ángel, H. (2020). *¡Territoriostemen!: promoviendo el talento STEM desde una perspectiva territorial*. *Educación y Ciudad*, (39), 35-48. Recuperado de: <https://doi.org/10.36737/01230425.n39.2020.2399>

Centro de Políticas Públicas uc & Elige Educar. (2012). *Formación inicial docente: desafíos actuales y propuesta de políticas públicas*. Universidad Católica de Chile.

Clayton, J. K., Doxey, A., Loomis, C., Csting, L., & Baracos, V. E. (2010). *Instrucción diferenciada en educación STEM: cómo enfrentar el desafío multigrado para estudiantes en sectores rurales*. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, 3, 1-20.

Desgagné, S. (2005). *Récits exemplaires de pratique enseignante. Analyse typologique*. Québec: Presses de l'Université du Québec.

Diamond, C. T., y Stebleton, M. J. (2019). Professional development leaders' perspectives on elementary teacher STEM professional development and preparedness in an integrated STEM model. En *Professional development in STEM* (pp. 35-63). Springer, Cham.

Dino-Morales, LI, y Tobón, S. (2017). El Portafolio de evidencias como una modalidad de titulación Cruz, R. (2021). Comparación de métodos tradicionales y modernos en la enseñanza de matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 68(2), 103-122.

Durán Chinchilla, C. M. ., & Rosado Gómez, A. A. . (2020). Aprendizaje activo e innovación en estudiantes de ingeniería. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA)*, 1(35), 127–135. <https://doi.org/10.24054/rcta.v1i35.52>

DOF. (2019). Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Plan y Programas de Estudio para la Educación Básica. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Gobernación. Freiman, V. (2020). A Mathematical Invitation into the Natural Beauty Around Us: Setting Up a Partnership Between School and Local Organizations in Order to Provide Meaningful STEM Education Experience. *Education Sciences*, 10(11), 293. Recuperado de: <https://doi.org/10.3390/educsci10110293>

Freire, P. (2002). *Pedagogía de la autonomía: Saberes necesarios para la práctica educativa*. Siglo XXI, Argentina.

García-Piqueras, G., & Sotos-Serrano, M. L. (2021). Análisis sobre la formación docente en metodologías STEM. *TECHNE Revista de Nuevas Tecnologías en Educación*, 1(1), 81-94.

García, C., Reyes, P., y Burgos, G. (2017). Análisis exploratorio de las habilidades y contenidos de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en educación secundaria. *Formación universitaria*, 10(2), 51-62. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000200006>

Gómez, C. (2022). Adecuación del currículo nacional básico de matemáticas para la implementación de un enfoque STEM. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 64, 179-200. Recuperado de: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.91781>

González, C. P., y Fernández, C. F. (2020). Aprendizaje de las matemáticas basado en proyectos: una aproximación desde educación primaria. *Revista Unión*, (60), 59-76.

González, G., y Herrera, L. (2021). La educación STEM desde un enfoque de pedagogía urbana y derecho a la ciudad. *Revista FAIA*, 10(44), 163-183. Recuperado de: <https://doi.org/10.51786/25907719.122>

Gras-Velázquez, À., Alí, L. A., y Segura, M. M. (2020). The STEAM Challenge: A Case Study on the Next Educational Revolution to Bring Up Social, Economic and Global Awareness among Young Generation in México. *British Journal of Education*, 8(4).

Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., y Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25(4), 550-560. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9612-x>

Hamilton, E., Rosenberg, J., Perry, J., Kenney, M., y Urban, J. (2021). No One-Size-Fits-All for STEM Integration: A Meta-Synthesis Explicating Ideal Forms and their Contingencies. *Science Education International*, 32(3), 211-223.

Hernández Domínguez, L. y Calderón Cartagena, Y. (2019). Educación STEAM: mucho más que enseñar disciplinas aisladas. *Revista de Investigación Educativa*

Hite, R., y Milbourne, H. (2021). Preservice teachers' perceptions of teaching STEAM. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-19.

Hom, E. J. (2014). What is STEM education? Recuperado de: <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

Koch, C., Schaper, N., Arana, E., y Seifert, T. (2018). The effects of integrated STEM professional development on elementary teacher self-efficacy. *International Journal of Science Education*, 41(11), 1385-1405.

Kurup, P. M., Li, X., Powell, G., y Brown, M. (2019). Building future primary teachers' STEM skills through an authentic learning environment. *Teaching Science*, 65(2), 34-47.

Lee, N., Rhee, C., y Rudolf, R. (2019). Developing STEM dispositions and future visioning using design-based learning practices. *Journal of Technology and Science Education*, 9(2), 128-154.

Lieberman, A., y Wood, D. R. (2006). *Inside the National Writing Project: Connecting network learning and classroom teaching*. Teachers College Press.

López, A. M., y Ramírez, N. M. (2020). Enseñanza de las matemáticas a través de proyectos STEM. Una propuesta desde la resolución de problemas. *Revista Científica*, 39(2), 190-202.

López, A. P., Córdoba, F., y Soto, M. A. (2020). La educación STEM en el contexto educativo mexicano: una revisión sobre literatura. *Revista Electrónica de Investigación e Innovación Educativa*, 7(1), 111-133.

Losada, O., y Chala, M. (2020). La educación STEAM, una propuesta innovadora en la formación integral de niños, niñas y jóvenes. *Universidad de la Amazonía*.

Lupiáñez, J. L., y Ruiz-Hidalgo, J. F. (2016). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering and mathematics (STEM) instruction* (B. Bingolbali, Ed.). SensePublishers.

Maiorca, C., Roberts, T., Jackson, C., Dexter, S., Richmond, G., & Oberholzer, T. (2021). Exploring STEM learning through literature and gameplay. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 22(1), 5-18.

Méndez, L., y Flores, S. (2021). La evaluación educativa en la enseñanza STEM. En E. Ayala-Valenzuela, L. Escalera-Vázquez y B. Pérez-Rendón (Eds.), *Formación y práctica educativa* (pp. 101-116). ECORFAN.

Mihelich, J., Sarathchandra, D., Horton, R., & Storr, J. (2017). An engineering student's transition into elementary school teaching: Issues in teaching STEM to diverse learners. *Action in Teacher Education*, 39(4), 426-451.

Miller, L. (2002). *Towards a new psychology of coaching*. Kluwer.

Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., y Roehrig, G. (2015). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. En J. Strobel, J. Martínez Álvarez y S. Halan Redes (Eds.), *Engineering education: A primer for the 21st century*. Eurecia.

Morgan, J. N., & Gerber, B. L. (2016). Informal learning in engineered STEM experiences. *Journal of Emerging Investigators*, 2(1), 1-11.

Mova, & Alcaldía de Medellín. (2020). Propuesta para la implementación de la cultura STEM+ en las instituciones educativas oficiales (IEO) del Municipio de Medellín.

Nadelson, L. S., y Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223.

Nadelson, L., y Seifert, A. (2019). Integrated STEM defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223.

Núñez Arce, B., Silva Prada, D. F., & García Serrano, S. E. (2019). Los caminos desviados de la educación: Alternativas pedagógicas como crítica a la educación formal. *I+D Revista De Investigaciones*, 15(1), 19-29. <https://doi.org/10.33304/revinv.v15n1-2020002>

Pérez, H., y González, C. (2021). Profesores y enseñanza de carreras STEM para la Nueva Escuela Mexicana. *Latin American Journal of Educational Studies*, 17(2), 41-73.

Pérez, J., y Ramírez, S. (2020). Propuesta de estrategia didáctica para desarrollar competencias STEM en estudiantes de bachillerato. *Innovaciones Educativas*, 22(33), 45-59.

Ramírez, A. (2020). Educación STEM/STEAM, ¡la revolución educativa que cambió las matemáticas! *Paradigma*, 28(2), 77-98.

Rodríguez-López, A. M., Hernández-Molina, A. E., & Merchán-Merchán, M. A. (2023). Estrategia didáctica de diseño artístico para el desarrollo del pensamiento geométrico espacial. *I+D Revista De Investigaciones*, 18(1), 61-78. <https://doi.org/10.33304/revinv.v18n1-2023004> (Original work published 31 de diciembre de 2022)

Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., y Roehrig, G. H. (2017). The implementation of a new kind of integrated computational instruction: Agent-based models for the middle grades. *Education and Information Technologies*, 22(6), 2879-2900.

Rodríguez, C. (2019). Educación STEM e innovación en la enseñanza del Cálculo Multivariable. *Premisa: Revista de la Sociedad Argentina de Educación Matemática*, 21(82), 31-42.

Sari, N. R., Karnawati, E., Kausar, S., & Yulianingsih, Y. (2020). Designing STEM project-based learning for elementary school. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 294-308.

Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2017). Modelo educativo para la educación obligatoria. SEP.

Secretaría de Educación Pública [SEP]. (2019). Nueva Escuela Mexicana: Principales cifras ciclo escolar 2018-2019. SEP.

Stanford, T., Cole, R., Isah, A., y Maxey, B. (2017). Impacting STEM instruction: Integrating the Makerspace. En C. B. Lee y G. J. Heafner (Eds.), *STEM Learning by Design: Engaging Students Through Instructional Units*. NCSMST/NCERT.

Swafford, M. (2018). Agriculture education for STEM. AgriSTEM opportunities in Mississippi school curricula. Oklahoma State University.

Tobón, S., González, L., Nambo, J. y Vázquez, J. (2015). La socioformación: un estudio conceptual. *Paradigma*, Vol. XXXVI. 1-29. <https://ve.scielo.org/pdf/pdg/v36n1/art02.pdf>

Tobón, S. (2017). *Práctica profesional sistémica*. Editorial CIFE.

Torres, R. M. (2002). El desafío de la profesionalización docente. En *Informe sobre la educación superior en Iberoamérica, 2002*. CINDA.

Torres, R., y Hernández, S. (2020). Evaluación del aprendizaje en contextos STEM mediante portafolios digitales. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 13(1), 19-36.

Vo, H. M., Zhu, C., y Diep, N. A. (2017). *The iPSTE@M practices: Habits of mind, digital tools, and strategies in mathematical practices*. John Wiley & Sons.

Urbano-Urbano, I. F. ., Gaviria-Garcés, N. F. ., & Prada-Núñez, R. . (2021). Dificultades en el aprendizaje del concepto de área y resolución de problemas. *Mundo FESC*, 11(S6), 138–155. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1114>

Vásquez Duarte, O., García Muñoz, D., & Páez Páez, J. (2019). Conquistando Soacha - Herramientas pedagógicas para intervención de dificultades relacionadas con los dispositivos básicos de aprendizaje. *Conocimiento Global*, 4(1), 12-25. Recuperado a partir de <https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/31>

Walan, S., & Gericke, N. (2021). Teacher experiences of designing and teaching integrated STEM student-active learning sequences: A case study using the self-determination theory perspective to understand teacher motivation. *Journal of STEM Teacher Education*, 55(1), 55-76.

Zamorano-Escalona, F., Cartagena-García, T., y Reyes-González, J. (2018). Estudio de las habilidades del siglo XXI desde las áreas curriculares. *Docencia e Investigación*, 36, 15-24.