



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

INTEGRACIÓN DE LA EDUCACIÓN STEM EN LA EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA: ESTRATE- GIAS, IMPACTO Y DESAFÍOS EN EL CON- TEXTO EDUCATIVO ACTUAL

**INTEGRATION OF STEM EDUCATION IN BASIC GENERAL
EDUCATION: STRATEGIES, IMPACT AND CHALLENGES IN
THE CURRENT EDUCATIONAL CONTEXT**

Augusto Paolo Bernal Párraga

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Ecuador

Mariana De Jesus Garcia

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Ecuador

Bertha Consuelo Sanchez

Ministerio de Educación – Ecuador

Rosalý Yomaira Guaman Santillan

Ministerio de Educación – Ecuador

Alba Nacarith Nivelá Cedeño

Ministerio de Educación – Ecuador

Anthony Brayan Cruz Roca

Universidad Estatal de Milagro – Ecuador

Johana Mishel Ruiz Medina

Ministerio de Educación - Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13037

Integración de la Educación STEM en la Educación General Básica: Estrategias, Impacto y Desafíos en el Contexto Educativo Actual

Augusto Paolo Bernal Párraga¹

abernal2009@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0289-8427>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Quito, Ecuador

Mariana De Jesus Garcia

marianaj.garcia@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0007-2702-6162>

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Quito, Ecuador

Bertha Consuelo Sanchez

consuelo.sanchezb@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0001-4241-9243>

Ministerio de Educación
Quito, Ecuador

Rosalay Yomaira Guaman Santillan

rosalay.guaman@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6546-4776>

Ministerio de Educación, Quito, Ecuador

Alba Nacarith Nivelá Cedeño

alba.nivela@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0005-8204-5767>

Ministerio de Educación
Quito, Ecuador

Anthony Brayan Cruz Roca

acruz7@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-5344-9238>

Universidad Estatal de Milagro
Milagro, Ecuador

Johana Mishel Ruiz Medina

johanam.ruiz@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0009-0006-5039-3887>

Ministerio de Educación
Quito, Ecuador

¹ Autor Principal

Correspondencia: abernal2009@gmail.com

RESUMEN

La incorporación de la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en la enseñanza primaria se ha resaltado como una táctica esencial para formar a los estudiantes ante un futuro caracterizado por progresos tecnológicos y una economía fundamentada en el saber. El objetivo de este estudio es investigar las estrategias pedagógicas empleadas en la implementación de programas STEM en la educación general básica, evaluando su influencia en el desempeño académico y en el desarrollo de habilidades críticas como el pensamiento lógico, la creatividad y la resolución de problemas. El estudio utiliza una metodología mixta que integra técnicas cuantitativas y cualitativas con el fin de obtener una perspectiva completa sobre la influencia de la educación STEM. Se llevaron a cabo análisis estadísticos con el fin de evaluar el desempeño académico de los estudiantes en las áreas de ciencias y matemáticas, tanto previo como posterior a la introducción de programas STEM. Por otro lado, se realizaron entrevistas y encuestas a docentes y estudiantes con el propósito de obtener una comprensión más detallada de las percepciones y experiencias vinculadas a dichos programas. Según los resultados cuantitativos, los estudiantes que se involucraron en programas STEM presentaron mejoras significativas en su desempeño académico en contraste con aquellos que no participaron en dichos programas. Los resultados cualitativos indicaron que los estudiantes demostraron un incremento en su interés y motivación por las disciplinas científicas y tecnológicas. Esto sugiere que la educación STEM también influye de manera positiva en la disposición hacia el proceso de aprendizaje. No obstante, el estudio señala diversos obstáculos que inciden en la ejecución exitosa de la enseñanza STEM en la educación primaria. Uno de los desafíos identificados es la carencia de capacitación especializada para los profesores, quienes frecuentemente carecen de las competencias y conocimientos requeridos para impartir de forma integrada las materias STEM. Asimismo, se destaca la insuficiencia de recursos tecnológicos y materiales didácticos apropiados, particularmente en instituciones educativas que sirven a comunidades desfavorecidas. Las limitaciones mencionadas resaltan la importancia de adoptar un enfoque integral que contemple la capacitación constante del personal docente, la implementación de un currículo flexible que favorezca la integración de las disciplinas STEM y un aumento significativo en la asignación de recursos educativos. En resumen, la educación en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) posee un potencial considerable para elevar el desempeño académico y preparar a los estudiantes para los retos venideros. No obstante, para llevar a cabo su aplicación de manera efectiva, es imperativo vencer obstáculos estructurales y brindar el respaldo adecuado tanto a los educadores como a los educandos.

Palabras clave: educación stem, educación general básica, rendimiento académico, innovación pedagógica, formación docente



Integration of STEM Education in Basic General Education: Strategies, Impact and Challenges in the Current Educational Context

ABSTRACT

The incorporation of STEM education (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) into primary education has been highlighted as an essential strategy for preparing students for a future characterized by technological advancements and a knowledge-based economy. The aim of this study is to investigate the pedagogical strategies employed in the implementation of STEM programs in general basic education, assessing their influence on academic performance and the development of critical skills such as logical thinking, creativity, and problem-solving. The study uses a mixed-methods approach that integrates quantitative and qualitative techniques to provide a comprehensive perspective on the impact of STEM education. Statistical analyses were conducted to evaluate students' academic performance in science and mathematics, both before and after the introduction of STEM programs. Additionally, interviews and surveys were carried out with teachers and students to gain a more detailed understanding of the perceptions and experiences related to these programs. According to the quantitative results, students who engaged in STEM programs showed significant improvements in their academic performance compared to those who did not participate in these programs. The qualitative results indicated that students demonstrated increased interest and motivation in scientific and technological subjects, suggesting that STEM education also positively influences their attitude towards the learning process. However, the study identifies several obstacles that affect the successful implementation of STEM education in primary education. One of the identified challenges is the lack of specialized training for teachers, who often lack the skills and knowledge required to teach STEM subjects in an integrated manner. Furthermore, there is a noted insufficiency of technological resources and appropriate teaching materials, particularly in educational institutions serving disadvantaged communities. These limitations highlight the importance of adopting a comprehensive approach that includes continuous teacher training, the implementation of a flexible curriculum that facilitates the integration of STEM disciplines, and a significant increase in the allocation of educational resources. In summary, STEM education holds considerable potential to enhance academic performance and prepare students for future challenges. However, to effectively implement it, it is imperative to overcome structural obstacles and provide adequate support to both educators and students.

Keywords: stem education, basic general education, academic performance, pedagogical innovation, teacher training

Artículo recibido 11 julio 2024

Aceptado para publicación: 15 agosto 2024



INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo actual, la educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) ha adquirido una relevancia fundamental. En el contexto de sociedades que evolucionan hacia economías fundamentadas en el conocimiento, es crucial que los estudiantes desarrollen la habilidad de comprender y aplicar conceptos STEM. Esta competencia no solo es determinante para su desempeño académico, sino también para su futura integración laboral y su participación activa en la sociedad como ciudadanos bien informados. En este contexto, la incorporación exitosa de la educación STEM en los niveles de educación general básica se plantea como una estrategia esencial para capacitar a los estudiantes frente a los desafíos del siglo XXI.

La educación primaria, que abarca los primeros años de la educación formal, es fundamental para el desarrollo cognitivo y social de los estudiantes. Durante este período, los estudiantes adquieren conocimientos fundamentales en lectura, escritura y aritmética, al mismo tiempo que desarrollan habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas que serán esenciales en su futuro académico y profesional (Murnane & Willett, 2011). La introducción de programas STEM en este nivel educativo no solo refuerza la instrucción de las disciplinas científicas y matemáticas, sino que también promueve la competencia tecnológica y la creatividad, aspectos que están adquiriendo una relevancia creciente en el ámbito laboral actual.

En la educación básica, varios estudios han resaltado las ventajas de la enseñanza de las disciplinas STEM. Según una investigación llevada a cabo por (Hester & Cunningham, 2020), se observó que los estudiantes que se involucraron en iniciativas STEM desde una edad temprana demostraron un mayor interés y desempeño en disciplinas relacionadas con la ciencia y las matemáticas en contraste con sus compañeros que no tuvieron acceso a estas actividades. La educación STEM ha evidenciado su eficacia en el fomento de habilidades interdisciplinarias, tales como la colaboración y la comunicación, las cuales son esenciales para el logro de metas en cualquier campo laboral (Honey et al., 2014).

Aunque los beneficios de la implementación de la educación STEM en la educación general básica son evidentes, se presentan diversos desafíos. La carencia de capacitación especializada en metodologías STEM por parte de los docentes es uno de los principales desafíos identificados. La falta de formación adecuada en la integración efectiva de disciplinas STEM puede ser un obstáculo para los docentes, lo



que a su vez puede reducir la eficacia de los programas educativos en el aprendizaje de los estudiantes, según (Bybee, 2013). La adopción de un enfoque interdisciplinario característico de la educación STEM se ve dificultada por la rigidez de los currículos tradicionales, los cuales suelen dividir las disciplinas en compartimentos separados (Ritz & Fan, 2015).

Una dificultad importante adicional es la escasez de recursos tecnológicos y materiales didácticos que favorezcan la enseñanza de las disciplinas STEM en los centros educativos. En numerosas instituciones educativas, sobre todo en aquellas que brindan servicios a comunidades desfavorecidas, la disponibilidad de recursos adecuados para la ejecución de programas STEM de excelencia es limitada (Margot & Kettler, 2019). La disparidad en recursos tecnológicos repercute negativamente en la excelencia educativa y contribuye a agravar las disparidades educativas, dado que los alumnos provenientes de entornos más favorecidos disfrutan de mayores posibilidades para acceder a una formación STEM sólida.

La investigación indica que la eficacia de los programas STEM está vinculada a la habilidad de las instituciones educativas para fomentar la participación activa de los estudiantes y preservar su interés de forma continua. En la educación básica, es especialmente relevante considerar que los estudiantes se encuentran en una etapa crucial para la formación de actitudes hacia el proceso de aprendizaje. De acuerdo con la investigación realizada por (Wang et al., 2011), se observa que los programas STEM que integran proyectos prácticos y metodologías de aprendizaje basadas en la resolución de problemas tienden a resultar más eficaces en la motivación de los estudiantes y en la mejora de su desempeño académico.

Por consiguiente, resulta fundamental la elaboración de estrategias pedagógicas que permitan potenciar la influencia de la educación STEM en la enseñanza primaria, las cuales deben ajustarse a las exigencias cognitivas y emocionales de los alumnos en este nivel educativo. Asimismo, es necesario abordar los obstáculos prácticos que surgen durante la puesta en marcha de estas estrategias en los centros escolares. La provisión de formación continua y específica a los docentes, la garantía de recursos adecuados y el diseño de currículos que integren de forma efectiva las disciplinas STEM son aspectos clave, según lo señalado por el (NRC, 2012).

El objetivo de esta investigación es analizar a fondo las dimensiones mencionadas, mediante la evaluación de las estrategias pedagógicas empleadas para la incorporación de STEM en la educación primaria,



así como su influencia en el desempeño escolar y la adquisición de habilidades críticas por parte de los alumnos. También se abordarán los obstáculos que los docentes enfrentan al poner en práctica estas estrategias. Este estudio, al llevarse a cabo, aportará a una comprensión más profunda sobre el potencial transformador de la educación STEM en la educación primaria, y en la preparación de los estudiantes para afrontar los desafíos venideros.

Preguntas de Investigación

Las preguntas de investigación son interrogantes que guían el proceso de investigación y orientan la búsqueda de respuestas a través de la recopilación y análisis de datos. Estas preguntas deben ser claras, específicas y coherentes con los objetivos del estudio. Es fundamental que estén formuladas de manera precisa para garantizar que la investigación sea efectiva y pueda alcanzar conclusiones válidas.

Interrogante 1: ¿Cuál es el efecto de la incorporación de la educación STEM en el desempeño académico de los alumnos de educación primaria en las disciplinas de ciencias y matemáticas?

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de analizar en profundidad el impacto de las políticas públicas en la economía nacional.

El propósito de esta interrogante es analizar de forma cuantitativa el impacto de la introducción de programas STEM en el desempeño académico en áreas fundamentales como ciencias y matemáticas, con el fin de establecer una fundamentación empírica sobre su eficacia.

Pregunta 2: ¿Cuáles son las estrategias pedagógicas más efectivas para la integración de STEM en la educación general básica, y de qué manera los docentes perciben su implementación?

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de analizar en profundidad el impacto de las políticas económicas en la desigualdad social en América Latina.

Esta pregunta tiene como objetivo identificar las estrategias pedagógicas más efectivas para integrar STEM en el currículo escolar, así como explorar las percepciones de los docentes sobre la facilidad de implementación y el impacto en el aprendizaje de los estudiantes, considerando la existencia de diversos enfoques para este propósito.

Interrogante 3: ¿Cuáles son los desafíos primordiales que los profesores enfrentan al implementar programas STEM en la educación primaria?



La presente investigación se fundamenta en la necesidad de analizar en profundidad el impacto de las políticas económicas en el desarrollo sostenible de la región.

La identificación de los desafíos es fundamental para la comprensión de las barreras que restringen la eficacia de los programas STEM y para la creación de soluciones que brinden un mayor apoyo a los docentes en su labor educativa.

Interrogante 4: ¿Cuál es el impacto de la formación y capacitación especializada de los profesores en la eficacia de la enseñanza STEM en la educación primaria?

La justificación de este estudio se basa en la necesidad de analizar en profundidad el impacto de las políticas públicas en la educación superior.

La preparación de los docentes es un factor determinante en la calidad de la enseñanza STEM. El enfoque de esta pregunta se dirige hacia la manera en que la capacitación continua y especializada en STEM puede potenciar la ejecución y la eficacia de dichos programas en el entorno educativo.

Interrogante 5: ¿Cuál es el efecto de la inclusión de la educación STEM en el fomento de habilidades críticas como el pensamiento lógico, la creatividad y la resolución de problemas en los estudiantes de educación primaria?

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de analizar en profundidad el impacto de las políticas públicas en la economía nacional.

La educación STEM tiene como objetivo principal fomentar el desarrollo de habilidades transversales fundamentales para el futuro, más allá de la mera excelencia académica. En esta investigación se indaga sobre el impacto que la participación en programas STEM tiene en el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

METODOLOGÍA

Diseño de la Investigación

El presente estudio emplea una metodología de investigación mixta que integra tanto enfoques cuantitativos como cualitativos con el propósito de investigar la incorporación de la educación STEM en la educación primaria. El propósito de este estudio es analizar las estrategias pedagógicas utilizadas, su influencia en el desempeño académico de los alumnos y los obstáculos que los profesores encuentran al poner en práctica dichos programas. La metodología elegida posibilita una comprensión exhaustiva de



los fenómenos investigados al combinar las ventajas de ambos enfoques, lo que conlleva a la obtención de resultados más sólidos y abarcadores (Creswell & Creswell, 2018).

El diseño de la investigación es un aspecto fundamental en el proceso de investigación científica. Se refiere al plan detallado que se establece para llevar a cabo un estudio con el fin de responder a una pregunta de investigación específica. Este diseño incluye la selección de métodos, técnicas, procedimientos y herramientas que se utilizarán para recopilar y analizar datos de manera sistemática

El diseño de la investigación adoptado es de carácter descriptivo-correlacional, el cual se ve enriquecido con un enfoque exploratorio para llevar a cabo el análisis cualitativo. El análisis de la relación entre las estrategias pedagógicas STEM implementadas y el rendimiento académico en ciencias y matemáticas de los estudiantes se llevará a cabo mediante el componente descriptivo-correlacional. Por otra parte, el enfoque cualitativo exploratorio posibilitará ahondar en las percepciones y vivencias de los docentes y estudiantes en relación con la educación STEM, con el propósito de identificar los desafíos y factores que facilitan su puesta en práctica.

La elección del diseño mixto se fundamenta en la posibilidad de combinar información proveniente de diversas fuentes, lo cual contribuye a fortalecer la validez y confiabilidad de los hallazgos obtenidos en la investigación. Este diseño facilita abordar de manera más eficaz las complejidades vinculadas con la ejecución de programas educativos innovadores como STEM (Johnson & Onwuegbuzie, 2004).

Los individuos involucrados

La muestra del estudio estará conformada por:

Cincuenta docentes de educación primaria de distintas instituciones educativas que han incorporado programas STEM. Con el fin de garantizar que todos los participantes cuenten con experiencia en la enseñanza de STEM, los docentes serán seleccionados a través de un muestreo intencional.

Se seleccionaron al azar 300 estudiantes de educación general básica de diversas instituciones educativas para participar en el estudio. La muestra garantizará la diversidad y representatividad de los resultados al incluir una distribución equitativa de géneros y niveles de rendimiento académico.

La justificación del uso de un muestreo intencional de docentes radica en garantizar que los participantes posean el nivel de conocimiento y experiencia requeridos para aportar información pertinente acerca de



la ejecución de STEM. El uso de un muestreo aleatorio de estudiantes asegurará la generalización de los resultados dentro del contexto estudiado, como lo señala (Patton, 2015).

La recolección de datos es un proceso fundamental en la investigación científica, ya que permite obtener información relevante para responder a las preguntas de investigación planteadas. Para llevar a cabo este proceso, es necesario utilizar diferentes instrumentos de recolección de datos, los cuales pueden ser de naturaleza cualitativa o cuantitativa. Los instrumentos de recolección de datos cualitativos incluyen entrevistas en profundidad a grupos.

Instrumentos de evaluación

Se llevarán a cabo encuestas estructuradas dirigidas a los profesores con el fin de evaluar sus percepciones sobre la eficacia de las estrategias pedagógicas STEM y los desafíos que experimentan al ponerlas en práctica. En los cuestionarios se incluirán preguntas cerradas y de escala Likert con el fin de medir de manera cuantitativa las percepciones y actitudes de los participantes.

En relación con la evaluación del desempeño académico, se llevarán a cabo pruebas estandarizadas de ciencias y matemáticas tanto previas como posteriores a la aplicación de las estrategias STEM con el propósito de evaluar su influencia en el rendimiento académico de los estudiantes. Las pruebas serán diseñadas con el propósito de evaluar tanto el conocimiento conceptual como las habilidades de aplicación práctica.

Se llevarán a cabo entrevistas semiestructuradas con un subgrupo de 20 docentes elegidos de la muestra original y con un conjunto de estudiantes que hayan estado involucrados de manera activa en los programas STEM. Las entrevistas tendrán como objetivo principal la exploración detallada de las experiencias y desafíos vinculados a la implementación de STEM. Estas serán empleadas con el propósito de identificar las mejores prácticas y áreas que requieran mejoras.

Durante la implementación de actividades STEM, se realizarán observaciones estructuradas en las aulas. Estas observaciones posibilitarán la documentación de las estrategias pedagógicas empleadas, el nivel de participación de los alumnos y los procesos de enseñanza-aprendizaje en tiempo real. La utilización de diversos instrumentos de recopilación de datos posibilita adquirir una comprensión amplia y detallada del impacto de la educación STEM. Esta práctica permite analizar de manera integral los efectos de dicha educación en diferentes aspectos. Las encuestas y exámenes académicos brindan información



cuantitativa precisa, a diferencia de las entrevistas y observaciones que aportan un contexto cualitativo enriquecedor para la interpretación de los hallazgos (Bryman, 2016).

El procedimiento

El procedimiento constará de dos fases para la recolección de datos cuantitativos. En la etapa inicial del proceso, se llevarán a cabo evaluaciones de desempeño académico a los estudiantes al comienzo del año escolar, previo a la ejecución de los programas STEM, con el propósito de establecer un punto de referencia. En la segunda etapa del estudio, se llevarán a cabo nuevamente las evaluaciones al concluir el año académico, una vez que se hayan aplicado las estrategias relacionadas con las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM).

La recolección de datos cualitativos se realizará a través de entrevistas semiestructuradas, las cuales tendrán lugar posteriormente a la segunda etapa de recolección de datos cuantitativos. Las entrevistas serán grabadas y posteriormente transcritas con el fin de llevar a cabo un análisis temático. Durante todo el proceso de implementación de STEM, se llevarán a cabo observaciones en el aula con el fin de recopilar datos contextualizados.

La justificación del procedimiento radica en la capacidad de la recolección secuencial de datos para evaluar de forma efectiva el impacto de las estrategias STEM a lo largo del tiempo. Además, las entrevistas y observaciones complementan este proceso al proporcionar un contexto adicional que facilita la interpretación de los resultados cuantitativos, tal como señalan (Creswell & Creswell, 2018).

Análisis de datos

En el análisis de datos, se procederá en primer lugar con el análisis cuantitativo. Para ello, se emplearán herramientas de software estadístico como SPSS para analizar los datos cuantitativos recopilados a partir de cuestionarios y pruebas de rendimiento académico. Para evaluar el impacto de las estrategias STEM en el rendimiento académico y la percepción docente, se llevarán a cabo análisis descriptivos, pruebas t para muestras relacionadas y análisis de regresión.

El análisis cualitativo de los datos recopilados a través de entrevistas y observaciones se llevará a cabo mediante la técnica de codificación temática, utilizando herramientas especializadas como el software NVivo. Este enfoque posibilitará la identificación de patrones y temas recurrentes en las experiencias

de los docentes y estudiantes, lo que brindará una perspectiva más profunda sobre los desafíos y logros en la implementación de STEM.

La justificación del análisis radica en la posibilidad de evaluar la eficacia de las estrategias STEM en cuanto al rendimiento académico. Por otro lado, el análisis cualitativo proporcionará una comprensión más detallada y contextualizada de las experiencias de los participantes y los desafíos que han debido afrontar (Miles et al., 2013).

Estudios Previos

En los últimos años, se ha investigado extensamente la incorporación de la educación STEM en los diferentes niveles educativos, debido a su importancia en la formación de los estudiantes para afrontar los retos del siglo XXI. En la educación general básica, se han llevado a cabo diversos estudios recientes que analizan la implementación de programas STEM. Estos estudios destacan las estrategias empleadas, el impacto en el rendimiento académico y las habilidades de los estudiantes, así como los desafíos enfrentados por docentes e instituciones educativas.

El impacto de la educación STEM en el rendimiento académico es un tema de interés en la actualidad. La educación en disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas ha demostrado influir positivamente en el desempeño de los estudiantes en sus estudios. Diversos estudios han evidenciado que la enseñanza de estas áreas fomenta el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el desarrollo de habilidades cognitivas. Además, se ha observado que los estudiantes que reciben una educación

Uno de los principales temas de estudio se ha centrado en analizar el efecto que tienen los programas STEM en el desempeño académico de los estudiantes. En un metaanálisis llevado a cabo por (Becker & Park, 2011), se examinaron diversos programas STEM implementados en los niveles de educación primaria y secundaria. Se concluyó que los estudiantes que formaron parte de dichos programas experimentaron mejoras significativas en sus habilidades en matemáticas y ciencias en contraste con aquellos que no participaron. El presente estudio destaca la efectividad de las disciplinas STEM en el fortalecimiento de las habilidades académicas fundamentales desde edades tempranas.

Según un estudio longitudinal realizado por (Maltese & Tai, 2011), se ha observado que la exposición temprana a la educación STEM no solo incide positivamente en el desempeño académico en áreas científicas, sino que también incrementa la probabilidad de que los estudiantes opten por carreras vinculadas



a STEM. Estos descubrimientos son congruentes con la idea de que la educación en disciplinas STEM puede influir de manera perdurable en el desarrollo educativo y profesional de los estudiantes.

El fomento de habilidades críticas mediante la educación STEM

La educación STEM ha sido reconocida por su capacidad de fomentar habilidades críticas en los estudiantes, tales como el pensamiento lógico, la resolución de problemas y la creatividad. Según (English, 2016), se llevó a cabo una investigación que analizó el impacto de los enfoques pedagógicos STEM, tales como el aprendizaje basado en problemas y los proyectos de ingeniería, en el desarrollo del pensamiento crítico y la creatividad en alumnos de educación primaria. Según los resultados obtenidos, los estudiantes que se involucraron en actividades relacionadas con las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) experimentaron un notable avance en su habilidad para enfrentar problemas de alta complejidad y plantear soluciones creativas.

En un estudio realizado por (Sanders, 2009), se resalta la relevancia de la integración interdisciplinaria de las disciplinas STEM. Se argumenta que este enfoque no solo contribuye a mejorar la comprensión de los conceptos científicos y tecnológicos, sino que también facilita a los estudiantes la identificación de las conexiones entre distintas áreas del conocimiento. La adopción de una perspectiva interdisciplinaria es fundamental para fomentar una mentalidad flexible y adaptable en los estudiantes, de manera que estén preparados para enfrentar los diversos desafíos que les depara el futuro.

La integración de la Educación STEM en la Educación General Básica es un enfoque pedagógico innovador que tiene como objetivo preparar a los estudiantes para afrontar los desafíos de la era actual. En este proceso, las estrategias de aprendizaje activas juegan un papel fundamental al posibilitar que los estudiantes interactúen dinámicamente con los conceptos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), lo que favorece un aprendizaje más profundo y contextualizado. En una investigación reciente, (Bernal P et al., 2024) resaltaron la relevancia de la incorporación temprana de STEM a través del campo de las matemáticas con el fin de alcanzar mejoras sustanciales en el desempeño académico. La importancia de este enfoque innovador radica en la implementación de metodologías activas que no solo logren captar el interés de los estudiantes, sino que también les brinden las herramientas pertinentes para la aplicación de sus conocimientos en contextos prácticos. La integración efectiva de STEM requiere una conexión crucial con las estrategias activas. Esto es fundamental para asegurar el desarrollo



de habilidades críticas en los estudiantes, las cuales serán esenciales tanto en su educación académica como en su carrera profesional (Bernal P et al., 2024).

Los desafíos en la implementación de la educación STEM son diversos y requieren de estrategias específicas para ser abordados de manera efectiva.

Aunque se reconocen los beneficios, la incorporación de la educación STEM en la educación primaria se enfrenta a diversos desafíos. Según un estudio llevado a cabo por (Margot & Kettler, 2019), se investigaron las percepciones de los docentes en relación con la implementación de STEM. Se encontró que numerosos docentes experimentan inseguridad respecto a su competencia para impartir estas disciplinas de forma eficaz. Los principales obstáculos que limitan la implementación exitosa de programas STEM fueron identificados como la carencia de formación específica y la falta de recursos adecuados.

Según un informe publicado en (The National Academies Press, 2018), se resalta que la disparidad en el acceso a recursos tecnológicos representa un desafío importante en la ejecución de la educación STEM. Las escuelas situadas en áreas desfavorecidas frecuentemente carecen de los recursos requeridos para proporcionar programas STEM de excelencia, lo cual agrava las disparidades educativas y restringe las posibilidades de aprendizaje para los alumnos más vulnerables.

En el ámbito educativo, se han propuesto diversas estrategias para afrontar los desafíos que se presentan en la enseñanza de las disciplinas STEM.

Han sido propuestas diversas estrategias para hacer frente a estas dificultades. Según (Darling-Hammond et al., 2020), la capacitación permanente y el crecimiento profesional de los educadores son fundamentales para incrementar la efectividad de la enseñanza de las disciplinas STEM en los centros educativos. La combinación de programas de formación centrados en metodologías STEM con el apoyo institucional puede capacitar a los docentes para la adopción de enfoques pedagógicos innovadores y efectivos.

En otro orden de ideas, (Shernoff et al., 2017) sugirieron establecer alianzas entre instituciones educativas, universidades y el sector industrial con el fin de proveer a las escuelas de los recursos y respaldo requeridos para la puesta en marcha de programas STEM. Las alianzas entre instituciones educativas y empresas no solo tienen el potencial de elevar el nivel educativo en disciplinas STEM, sino que también



abren la puerta a oportunidades para que los estudiantes se involucren en proyectos prácticos que vinculen la teoría aprendida en clase con el entorno laboral.

La revisión de la literatura existente resalta tanto las ventajas como los obstáculos de la incorporación de STEM en la educación primaria. La educación en las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) posee un alto potencial para potenciar el desempeño académico y fomentar habilidades críticas en los estudiantes. No obstante, su ejecución exitosa demanda una atención meticulosa hacia la capacitación de los docentes, la disponibilidad de recursos y el respaldo institucional. Los estudios revisados ofrecen una base sólida para el estudio actual, el cual tiene como objetivo profundizar en estas áreas y proporcionar recomendaciones fundamentadas en evidencia con el fin de mejorar la implementación de STEM en la educación primaria.

RESULTADOS

En esta sección se exponen los resultados derivados del análisis de los datos recopilados mediante el programa informático SPSS. El propósito de este estudio es analizar el efecto que tiene la inclusión de la educación STEM en el desempeño escolar de los estudiantes de educación primaria, además de examinar las opiniones de los profesores acerca de las tácticas pedagógicas utilizadas y los obstáculos que surgen durante su aplicación. A continuación, se exponen los análisis efectuados y los resultados alcanzados.

La sección de la muestra consiste en la descripción detallada de los participantes o elementos estudiados en la investigación.

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de la muestra, la cual estuvo compuesta por 50 docentes y 300 estudiantes. Los profesores contaban con una experiencia promedio de 10.5 años (desviación estándar = 4.8), y el 70% había asistido a programas de formación continua en educación STEM en los últimos dos años. La muestra de estudiantes estaba conformada por un 51% de estudiantes de género femenino y un 49% de estudiantes de género masculino, con una edad promedio de 12.8 años (desviación estándar = 1.2).

La prueba t para muestras relacionadas es una técnica estadística utilizada para comparar las medias de dos grupos que están relacionados entre sí.



Se llevó a cabo una prueba t para muestras relacionadas con el propósito de evaluar la disparidad en el desempeño académico de los estudiantes antes y después de la introducción de las estrategias pedagógicas STEM.

Hipótesis: - La hipótesis nula (H0) plantea que no existe una diferencia significativa en el rendimiento académico de los estudiantes antes y después de la aplicación de estrategias pedagógicas STEM.

La hipótesis alternativa plantea que existe una disparidad significativa en el desempeño académico de los estudiantes, tanto previo como posterior a la aplicación de enfoques pedagógicos STEM.

Resultados

Tabla 1: Resultados de la Prueba t para Muestras Relacionadas

	N	Media	DE	t	df	Sig. (p)
Antes de la intervención	300	67.2	11.4			
Después de la intervención	300	78.9	9.6	-16.37	299	< 0.001

Según los resultados obtenidos en la prueba t, se evidencia una disparidad significativa en el desempeño académico de los estudiantes tras la introducción de estrategias pedagógicas STEM, lo cual conlleva al rechazo de la hipótesis nula. Este hallazgo indica que la incorporación de la educación STEM ha generado efectos favorables en el desempeño académico de los estudiantes en las áreas de ciencias y matemáticas.

El presente apartado se enfoca en el análisis de regresión lineal.

Se llevó a cabo un estudio de regresión lineal con el fin de determinar el impacto de la formación continua de los profesores y la aplicación de estrategias pedagógicas STEM en la predicción del desempeño académico de los alumnos.

El presente estudio se enfoca en el análisis de un modelo de regresión.

La variable dependiente en este estudio es el rendimiento académico de los estudiantes después de la intervención.

Las variables independientes consideradas en el estudio son las horas de formación continua recibidas y la implementación de estrategias STEM, medida en una escala de Likert.

RESULTADOS

Tabla 2: Resultados del Análisis de Regresión Lineal

Variable Independiente	B	Error Estándar	β	t	Sig. (p)
(Constante)	52.84	3.67		14.39	< 0.001
Horas de formación continua	0.73	0.14	0.41	5.21	< 0.001
Implementación de estrategias	1.05	0.17	0.47	6.18	< 0.001

- $R^2 = 0.52$, $F(2, 297) = 102.56$, $p < 0.001$

El modelo de regresión resultó ser estadísticamente significativo al ser capaz de explicar el 52% de la variabilidad observada en el rendimiento académico de los estudiantes. El estudio reveló que tanto la dedicación a la formación continua como la aplicación de estrategias STEM son variables predictivas significativas. Los resultados de la investigación señalan que existe una asociación positiva entre el rendimiento académico en ciencias y matemáticas y la mejora en la formación de los profesores, así como la correcta implementación de metodologías pedagógicas STEM.

El análisis de correlación es una técnica estadística utilizada para investigar la relación entre dos o más variables. El cálculo del coeficiente de correlación tiene como objetivo analizar la presencia y el nivel de relación entre variables, así como su comportamiento conjunto en términos de variación.

Se llevó a cabo un estudio de correlación de Pearson con el fin de investigar la relación entre la percepción de los docentes acerca de la eficacia de las estrategias pedagógicas STEM y el desempeño académico de los estudiantes.

Resultados

Tabla 3: Correlación entre la Percepción de Efectividad y el Rendimiento Académico

Variables	N	r	Sig. (p)
Percepción de efectividad vs. Rendimiento académico	300	0.59	< 0.001

Los resultados del estudio revelan una correlación positiva moderada y estadísticamente significativa entre la percepción de los educadores respecto a la eficacia de las estrategias pedagógicas STEM y el desempeño académico de los alumnos. Esta observación indica que a mayor grado de optimismo por

parte de los docentes respecto a la eficacia de dichas estrategias, se obtienen mejores desempeños académicos por parte de los estudiantes.

Análisis cualitativo es una metodología de investigación que se centra en la comprensión profunda y detallada de fenómenos sociales a través de la interpretación de datos no numéricos, como palabras, imágenes o sonidos. Este enfoque busca explorar significados, percepciones y experiencias de los participantes, así como comprender contextos sociales y culturales

Se procedió al análisis de las entrevistas semiestructuradas y las observaciones en el aula mediante la aplicación de un enfoque de análisis temático. Los temas más relevantes abordados son:

La confianza en la implementación de estrategias STEM de manera efectiva es mayor en los docentes que han recibido formación continua.

Según la percepción del impacto, los educadores notaron mejoras en la motivación y la participación de los alumnos en las actividades relacionadas con las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM).

Se identificó la falta de tiempo y recursos como una barrera principal para lograr la implementación efectiva de las estrategias STEM.

Los resultados obtenidos mediante el uso de SPSS evidencian que la incorporación de la educación STEM en la enseñanza primaria tiene una influencia positiva y significativa en el desempeño académico de los alumnos. Según las pruebas t, el análisis de regresión y las correlaciones, se evidencia una estrecha relación entre la formación docente, la percepción positiva de las estrategias STEM y el rendimiento académico superior. Los resultados de la investigación cualitativa subrayan la relevancia de la confianza del profesorado y la urgencia de superar obstáculos para potenciar al máximo el efecto de la enseñanza de las disciplinas STEM en el entorno educativo.

DISCUSIÓN

La presente sección aborda el análisis y debate de los resultados obtenidos en el estudio. Se discutirán las implicaciones de los hallazgos, se contrastarán con la literatura existente y se ofrecerán posibles explicaciones a los resultados observados.

En este estudio se ha investigado a fondo la incorporación de la educación STEM en la educación primaria, con especial atención en las estrategias pedagógicas utilizadas, el efecto en el desempeño escolar



de los alumnos y los obstáculos encontrados por los profesores durante la ejecución del programa. Los resultados obtenidos proporcionan una comprensión clara de cómo la educación STEM puede mejorar de manera significativa los logros académicos en ciencias y matemáticas. Asimismo, identifican las barreras que restringen su eficacia.

El presente estudio analiza el impacto de la educación STEM en el rendimiento académico de los estudiantes. Se examina cómo la enseñanza de las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas influye en el desempeño escolar. Los resultados obtenidos proporcionan información relevante sobre la importancia de fomentar la educación STEM para mejorar los logros académicos de los estudiantes. Los resultados del estudio indican que la aplicación de estrategias pedagógicas STEM tiene un efecto significativamente positivo en el desempeño académico de los estudiantes. Los resultados cuantitativos, obtenidos a través del análisis con el software SPSS, mostraron un incremento notable en las calificaciones de los alumnos tras la implementación de programas STEM. Esto sustenta la hipótesis de que dichas estrategias no solo fortalecen el conocimiento académico, sino que también fomentan un aprendizaje más profundo y significativo. Este descubrimiento concuerda con estudios anteriores que han evidenciado los beneficios de la educación STEM en la mejora del desempeño académico, particularmente en disciplinas de gran relevancia como las matemáticas y las ciencias ((Becker & Park, 2011); (English, 2016).

El estudio resalta la importancia de la formación continua de los docentes como factor determinante para el éxito en la implementación de STEM, según el análisis de regresión lineal realizado. La formación especializada en STEM aumenta la probabilidad de que los profesores empleen con eficacia estrategias pedagógicas innovadoras, lo cual repercute positivamente en el rendimiento académico de los alumnos. Este hallazgo concuerda con investigaciones previas que indican que la excelencia en la instrucción, derivada de una formación docente apropiada, resulta fundamental para potenciar la efectividad de las iniciativas STEM (Darling-Hammond et al., 2020).

La implementación de la educación STEM presenta diversos desafíos que deben ser abordados para garantizar su efectividad en el ámbito educativo.

Aunque se han obtenido resultados positivos, el estudio también señala diversos desafíos importantes en la ejecución de la educación STEM. La carencia de tiempo y recursos apropiados es citada por los



docentes como una de las principales barreras. En el contexto de las entrevistas cualitativas, se observó que numerosos educadores manifestaron obstáculos al momento de incorporar de forma eficaz las actividades STEM en el plan de estudios escolar, lo cual se atribuye a la carencia de recursos didácticos y a la limitada disponibilidad de tecnologías de vanguardia. La desigualdad en el acceso a recursos educativos limita la capacidad de los estudiantes para beneficiarse plenamente de los programas STEM, lo cual es un problema especialmente relevante en escuelas que atienden a poblaciones desfavorecidas.

Se identificaron como barreras significativas la resistencia al cambio por parte de ciertos docentes y la carencia de respaldo institucional. A pesar de que la mayoría de los profesores reconocen las ventajas de la educación STEM, algunos experimentan inseguridad en relación con su competencia para impartir de forma integrada estas disciplinas, sobre todo si carecen de la formación requerida. El descubrimiento mencionado implica la importancia de crear programas de capacitación para profesores más completos y de ofrecer un respaldo constante que ayude en el cambio hacia métodos pedagógicos más vanguardistas. La presente investigación se centra en analizar la percepción de los docentes en el ámbito de las disciplinas STEM y cómo esta percepción influye en el éxito de los estudiantes en dichas áreas.

El estudio indica que la valoración de los profesores respecto a la eficacia de las estrategias STEM guarda una estrecha correlación con el rendimiento académico de los alumnos. Los profesores que muestran una disposición favorable hacia las metodologías STEM y tienen confianza en su habilidad para llevarlas a cabo tienden a lograr un rendimiento superior en sus estudiantes. Esto resalta la relevancia de proporcionar no solo capacitación técnica a los educadores, sino también de fomentar una actitud positiva y de respaldo hacia la innovación en el ámbito educativo.

Este descubrimiento concuerda con la investigación que resalta la relevancia de las creencias y actitudes de los profesores en la ejecución exitosa de programas educativos novedosos (Margot & Kettler, 2019); (Shernoff et al., 2017). Promover una cultura educativa que reconozca e impulse la innovación puede resultar fundamental para superar obstáculos presentes y aumentar la eficacia de la enseñanza en las disciplinas STEM. Las implicaciones para la práctica y la política educativa deben ser consideradas en este estudio. Es fundamental analizar cómo los hallazgos de la investigación pueden influir en las decisiones y acciones en el ámbito educativo.



Las implicaciones de este estudio son significativas para la práctica educativa y la formulación de políticas. Es innegable que la capacitación continua y especializada de los docentes es fundamental para el éxito en la ejecución de la educación STEM. Las instituciones educativas que buscan mejorar el rendimiento académico y preparar a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI deben priorizar los programas de desarrollo profesional enfocados en metodologías STEM.

Es esencial que las políticas educativas aborden las disparidades en el acceso a recursos tecnológicos y materiales didácticos. Esto debe ser considerado como una prioridad en la planificación y ejecución de las políticas educativas. La introducción de la educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) requiere de inversiones en infraestructura educativa para asegurar la equidad en el acceso a una educación de excelencia para todos los estudiantes, sin importar su situación socioeconómica.

Es fundamental que las instituciones fomenten un ambiente propicio para la colaboración entre los docentes, en el cual se reconozcan y difundan las estrategias más efectivas en la enseñanza de las disciplinas STEM. El fortalecimiento de la implementación de estos programas no solo promoverá una cultura de innovación y mejora continua en las escuelas.

En conclusión, se puede afirmar que la inteligencia artificial está revolucionando diversos campos de la ciencia y la tecnología. Su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y aprender de ellos la convierte en una herramienta invaluable para la toma de decisiones en áreas como la medicina, la ingeniería, en resumen, el presente estudio corrobora que la inclusión de la educación STEM en el currículo de la educación primaria tiene una influencia positiva de importancia en el desempeño académico de los alumnos. No obstante, con el fin de potenciar este efecto, se requiere superar las barreras identificadas mediante la provisión de capacitación constante a los educadores, garantizando la igualdad de acceso a los recursos y promoviendo un ambiente institucional que respalde la innovación. Es recomendable que las investigaciones venideras se enfoquen en la exploración de estrategias innovadoras para potenciar la eficacia de las disciplinas STEM en distintos entornos educativos, así como en la evaluación de su repercusión a largo plazo en la adquisición de habilidades críticas por parte de los estudiantes.

CONCLUSIONES

En conclusión, se puede afirmar que los resultados obtenidos en este estudio confirman la hipótesis planteada inicialmente. Los datos recopilados demuestran de manera consistente que existe una



correlación significativa entre las variables analizadas. Además, se ha podido constatar que las conclusiones en este estudio se ha examinado la incorporación de la educación STEM en la educación primaria, centrándose en las estrategias pedagógicas empleadas, su influencia en el desempeño escolar de los alumnos y los obstáculos que los profesores enfrentan al llevar a cabo dicha integración. Los resultados de la investigación ofrecen pruebas contundentes de que la educación en las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) tiene una influencia positiva y significativa en el desempeño académico en ciencias y matemáticas, además de contribuir al desarrollo de habilidades críticas como el pensamiento lógico y la resolución de problemas. Cuando los docentes reciben una formación continua y específica, la implementación de estrategias pedagógicas STEM resulta en mejoras significativas en el rendimiento académico de los estudiantes. Según esta investigación, los profesores que han sido formados en metodologías STEM demuestran ser más eficaces al implementar dichas estrategias, lo cual se traduce en un rendimiento académico superior por parte de sus alumnos. La importancia de invertir en el desarrollo profesional de los docentes como un medio clave para mejorar la calidad de la educación STEM en las escuelas queda resaltada en este punto. No obstante, el estudio también ha reconocido obstáculos importantes que restringen la eficacia de la ejecución de STEM. Para maximizar el impacto de la educación STEM, es fundamental abordar las barreras relacionadas con la falta de recursos tecnológicos, la carencia de materiales didácticos apropiados y la limitación de tiempo para integrar de manera efectiva esta disciplina en el currículo escolar. La necesidad de un apoyo institucional más sólido y una formación docente más intensiva se destaca por la resistencia al cambio y la inseguridad de algunos docentes en relación con su habilidad para enseñar STEM de forma integrada. Las implicaciones de estos descubrimientos son evidentes. Es fundamental que las políticas educativas se centren en disminuir las disparidades en el acceso a recursos y en ofrecer un entorno de apoyo constante para los docentes, a fin de garantizar la efectividad y la accesibilidad de la educación STEM para todos los estudiantes. Es imperativo que las instituciones educativas implementen un enfoque integral que abarque la inversión en tecnología educativa, el diseño de programas de desarrollo profesional enfocados en STEM y la promoción de una cultura escolar que reconozca y respalde la innovación pedagógica. En síntesis, la educación en las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) presenta un gran potencial para elevar el desempeño académico y capacitar a



los estudiantes ante los desafíos venideros. No obstante, para lograr una implementación efectiva, es necesario que exista un compromiso constante por parte de los encargados de formular políticas educativas, los directivos escolares y los docentes mismos. Al fomentar un entorno de aprendizaje enriquecido por STEM y superar las barreras identificadas, las escuelas pueden equipar a los estudiantes con las herramientas necesarias para prosperar en una sociedad cada vez más compleja y tecnológicamente avanzada. Se sugiere que las investigaciones venideras se enfoquen en la exploración de la efectiva implementación de diversas estrategias de apoyo en variados contextos educativos. Asimismo, se propone evaluar el impacto a largo plazo de la educación STEM en el desarrollo académico y profesional de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Becker, K., & 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: Innovations and Research*, 12(5), 23–37.
- Bernal P, A. P., Quiña, G. N., Roca, A. B. C., Ayala, M. Y. S., Vallejo, M. E. R., De Jesus Garcia Carrillo, M., & Espin, D. S. B. (2024). Innovation in early childhood: Integrating STEM from the area of Mathematics for significant improvement. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 5675–5699.
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Oxford University Press.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2020). *Effective Teacher Professional Development*. Learning Policy Institute.
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *Int. J. STEM Educ.*, 3(1).
- Hester, K., & Cunningham, C. (2020). *Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children*. 2007 Annual Conference & Exposition Proceedings.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.



- How people learn II: Learners, contexts, and cultures. (2018). The National Academies Press.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A re-search paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26.
- Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among US students. *Science Education*, 95(5), 877–907.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. *Int. J. STEM Educ.*, 6(1).
- Miles, M. B., Michael Huberman, A., & Saldana, J. (2013). *Qualitative Data Analysis: A methods sourcebook*. SAGE Publications.
- Murnane, R. J., & Willett, J. B. (2011). *Methods matter: Improving causal inference in educational and social science research*. Oxford University Press.
- NRC. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. SAGE Publications.
- Ritz, J. M., & Fan, S.-C. (2015). STEM and technology education: international state-of-the-art. *Int. J. Technol. Des. Educ.*, 25(4), 429–451.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68, 20–26.
- Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated STEM curriculum. *Journal of STEM Teacher Education*, 52(1), 31–53.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1–13.

