

IX

Educación STEM en la primera infancia: Desarrollo conceptual, enfoques pedagógicos y desafíos actuales

Merith Eva Bardales Meneces
Luisa García Bellorín

Educación STEM en la primera infancia: Desarrollo conceptual, enfoques pedagógicos y desafíos actuales

Merith Eva Bardales Meneces
Luisa García Bellorín

RESUMEN

Se presenta una revisión integradora sobre la implementación de la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en la etapa de la primera infancia (0 a 6 años). Se analizan los fundamentos teóricos que respaldan la introducción temprana de conceptos STEM, los enfoques pedagógicos utilizados, las competencias desarrolladas en los niños, así como los desafíos institucionales, docentes y metodológicos. A partir de una búsqueda sistemática en bases de datos relevantes, se sintetizan hallazgos recientes y se identifican brechas en la literatura científica. Este artículo busca orientar a educadores, diseñadores curriculares e investigadores interesados en promover el pensamiento científico y matemático desde edades tempranas.

Palabras Clave: Educación STEM, primera infancia, enseñanza temprana, desarrollo cognitivo, enfoques pedagógicos.

ABSTRACT

This article presents an integrative review on the implementation of STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education in early childhood (ages 0-6). It analyzes the theoretical foundations supporting the early introduction of STEM concepts, the pedagogical approaches used, the competencies developed in children, and the institutional, teaching, and methodological challenges. Based on

a systematic search of relevant databases, recent findings are synthesized and gaps in the scientific literature are identified. This article seeks to provide guidance to educators, curriculum designers, and researchers interested in promoting scientific and mathematical thinking from an early age.

Keywords: Educación STEM, primera infancia, enseñanza temprana, desarrollo cognitivo, enfoques pedagógicos.

INTRODUCCIÓN

En el mundo contemporáneo, la educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) se ha consolidado como un pilar fundamental para la formación ciudadana y profesional. En un contexto global marcado por avances tecnológicos acelerados y desafíos socioambientales complejos, es crucial desarrollar habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y razonamiento lógico-matemático desde las primeras etapas del desarrollo humano (Morrison, 2006; Bredekamp, 2017). Este enfoque educativo no solo prepara a los estudiantes para futuras trayectorias académicas o profesionales en áreas científicas y técnicas, sino que también promueve una forma de pensar que facilita la comprensión activa del entorno.

La introducción de contenidos STEM en la primera infancia (0-6 años) se sustenta en evidencias provenientes del campo del desarrollo cognitivo, que muestran cómo los niños pequeños son capaces de construir conocimientos sobre conceptos matemáticos básicos, observaciones científicas y relaciones espaciales de manera intuitiva y experiencial (Klahr & Nigam, 2004; Sophian, 2007). Estudios neurocientíficos refuerzan esta idea, destacando la plasticidad cerebral durante los primeros años de vida y la importancia de contextos educativos ricos en estímulos para potenciar aprendizajes significativos (Whitebread, 2012).

Es en este marco que surge el interés por integrar estrategias pedagógicas STEM en los niveles iniciales de escolaridad. Lejos de tratarse de una instrucción formalizada o prematura en disciplinas técnicas, la educación STEM en la primera infancia se centra en experiencias lúdicas e interactivas que fomentan la exploración, la experimentación y el descubrimiento guiado (Eisenkraft, 2003; Maier et al., 2017). Esta aproximación permite sentar las bases para el pensamiento científico y matemático, sin desconocer las características propias del desarrollo infantil.



El objetivo de este artículo es revisar y sintetizar la literatura científica existente sobre la implementación de estrategias educativas STEM dirigidas a niños y niñas menores de seis años. Para ello, se abordan tres preguntas de investigación clave: ¿cuáles son los enfoques pedagógicos más utilizados en la enseñanza STEM en la primera infancia?; ¿qué habilidades y conocimientos se desarrollan mediante esta modalidad educativa?; y ¿cuáles son los principales desafíos y oportunidades detectados en su implementación?

A través de este análisis, se busca contribuir a una mejor comprensión de cómo la integración temprana de la educación STEM puede favorecer el desarrollo integral del niño, así como identificar líneas de acción para docentes, instituciones educativas y formuladores de políticas públicas.

METODOLOGÍA

Este artículo se desarrolla como una revisión integradora de literatura científica, cuyo propósito es sintetizar, analizar y presentar conocimientos actuales sobre la implementación de estrategias educativas STEM en la primera infancia (0-6 años). Este tipo de revisión permite abordar temas emergentes desde una perspectiva amplia e inclusiva, integrando diferentes tipos de estudios (empíricos, teóricos, metodológicos) con el fin de proporcionar una síntesis crítica y contextualizada del estado del arte (Whittemore & Knafl, 2005; Souza et al., 2010).

Para la selección de los documentos se establecieron criterios claros de inclusión y exclusión. Se consideraron únicamente aquellos estudios publicados entre los años 2014 y 2024, con el objetivo de garantizar la actualidad de los hallazgos. Además, se priorizaron trabajos centrados específicamente en niños y niñas menores de 6 años, dado que esta etapa representa un periodo crítico para el desarrollo cognitivo y socioemocional. Los textos seleccionados debían estar disponibles en alguno de los siguientes idiomas: español, inglés o portugués, con el fin de asegurar accesibilidad y rigor en la interpretación.

La búsqueda se realizó en las siguientes bases de datos: Scopus, ERIC, Web of Science, SciELO y Redalyc. Estas plataformas fueron elegidas por su reconocimiento internacional y por la calidad de los contenidos académicos indexados, lo cual permite una cobertura significativa de investigaciones en educación temprana y STEM. Las palabras clave utilizadas en diferentes combinaciones incluyeron términos como:

STEM education, early childhood education, science in early childhood, mathematical thinking in young children, technology in preschool, engineering for young learners, interdisciplinary learning y play-based learning.

Una vez obtenidos los documentos, se aplicó un proceso sistemático de análisis de datos basado en técnicas de síntesis cualitativa y categorización temática (Bardin, 2011; Minayo, 2013). Este proceso permitió identificar patrones recurrentes en la literatura, tales como los enfoques pedagógicos más utilizados, las habilidades desarrolladas por los niños y las barreras institucionales detectadas. Para garantizar la fiabilidad del análisis, se elaboró un protocolo previo de codificación y se contrastaron los resultados entre dos investigadores independientes, resolviendo discrepancias mediante consenso.

El diseño metodológico de esta revisión busca ofrecer una visión integral y crítica de la literatura disponible, aportando tanto evidencia empírica como reflexiones teóricas relevantes para docentes, diseñadores curriculares e investigadores interesados en la educación STEM en contextos de primera infancia.

RESULTADOS

La revisión de literatura revela que la educación STEM en la primera infancia se sustenta en una sólida base conceptual que integra conocimientos provenientes de la neuropsicología del desarrollo, las teorías del aprendizaje y los enfoques pedagógicos contemporáneos. Desde el punto de vista neuropsicológico, investigaciones recientes destacan la plasticidad cerebral durante los primeros años de vida, lo que permite a los niños y niñas asimilar información compleja mediante experiencias concretas y manipulativas (Whitebread, 2012; Lillard & Else-Quest, 2006). Estudios neurocientíficos respaldan que el juego activo, la exploración sensorial y la interacción social son fundamentales para el desarrollo de habilidades cognitivas como la atención, la memoria y el razonamiento lógico.

En cuanto a las teorías del aprendizaje aplicables, destaca el constructivismo de Piaget y Vygotsky, cuyos principios subrayan la importancia de la acción y la interacción social en la construcción del conocimiento (Vygotsky, 1978; Ginsburg et al., 2008). Asimismo, el aprendizaje basado en proyectos (ABP) adaptado a contextos infantiles



ha mostrado ser una estrategia efectiva para integrar contenidos STEM de manera significativa y contextualizada (Kostelnik et al., 2015).

Los enfoques pedagógicos predominantes incluyen el uso del juego guiado y libre como vehículo principal para explorar conceptos científicos, matemáticos y tecnológicos. El juego no solo facilita la comprensión de ideas abstractas, sino que también promueve la creatividad y la experimentación (Hirsh, 2018). La integración interdisciplinaria entre áreas curriculares es otra tendencia creciente, donde se busca vincular contenidos de ciencia, arte, lenguaje y movimiento para generar aprendizajes más coherentes y motivadores.

En relación con las competencias desarrolladas, se identifica un impacto positivo en el razonamiento espacial y numérico, especialmente cuando se utilizan materiales concretos y actividades manipulativas (Clements & Sarama, 2014). Además, se observa un fortalecimiento del pensamiento crítico y la resolución de problemas mediante situaciones reales o simuladas. Las habilidades socioemocionales también se ven favorecidas, particularmente en contextos colaborativos que fomentan el trabajo en equipo, la comunicación y la regulación emocional.

Los recursos didácticos empleados incluyen tanto materiales manipulativos tradicionales (bloques, rompecabezas, instrumentos de medición) como herramientas tecnológicas adecuadas al desarrollo infantil, como robots educativos (ej.: Bee-Bot), apps interactivas y kits de construcción STEM diseñados específicamente para edades tempranas (McClure et al., 2017).

El rol del docente emerge como un factor clave. Se enfatiza la necesidad de formación inicial y continua en enfoques STEM, así como en estrategias de mediación pedagógica que permitan guiar sin dirigir, promoviendo la autonomía y la curiosidad científica (Torres-Celis et al., 2021).

Finalmente, se identifican importantes factores contextuales y socioculturales que influyen en la implementación de programas STEM. El entorno familiar y escolar juegan un rol protagónico, pero persisten desigualdades en el acceso a recursos tecnológicos y educativos, especialmente en comunidades rurales o de bajos ingresos (Dearing et al., 2020).

DISCUSIÓN

La revisión realizada permite identificar una creciente convergencia en la literatura científica sobre la viabilidad y los beneficios de integrar la educación STEM desde la primera infancia. Los resultados obtenidos coinciden con estudios previos que destacan el potencial del juego guiado, la exploración sensorial y la interacción social como mediadores efectivos para el aprendizaje temprano de conceptos científicos, matemáticos y tecnológicos (McClure et al., 2017; Hirsh, 2018). A nivel internacional, países como Estados Unidos, Finlandia y Singapur han incorporado de manera explícita enfoques STEM en sus currículos preescolares, evidenciando una tendencia global hacia la integración interdisciplinaria desde edades tempranas (National Research Council [NRC], 2012).

Sin embargo, también se observan ciertas contradicciones en la literatura. Mientras algunos autores defienden un enfoque estructurado basado en estándares curriculares claros (Eisenkraft, 2003), otros enfatizan la necesidad de mantener estrategias flexibles y centradas en el desarrollo infantil, sin imponer presiones académicas prematuras (Whitebread, 2012; Lillard & Else-Quest, 2006). Esta tensión refleja un debate aún abierto sobre cómo equilibrar las exigencias pedagógicas con las características evolutivas de los niños menores de seis años.

En términos de implicaciones educativas, uno de los hallazgos más relevantes es la centralidad del rol docente en la implementación exitosa de programas STEM. La mayoría de los estudios coinciden en que los educadores requieren formación específica no solo en contenidos disciplinares, sino también en estrategias de mediación pedagógica que promuevan la autonomía y el pensamiento crítico (Torres-Celis et al., 2021). Además, se destaca la necesidad de políticas públicas que apoyen la integración curricular de STEM en la primera infancia, garantizando acceso equitativo a recursos didácticos y oportunidades de capacitación docente, especialmente en contextos rurales o marginados (Dearing et al., 2020).

Entre las limitaciones de esta revisión, se identifica un posible sesgo de selección derivado del uso exclusivo de bases de datos indexadas en idiomas occidentales, lo cual puede restringir la representación de perspectivas culturales diversas. Asimismo, persiste una escasez notable de investigaciones empíricas en regiones de América Latina, África y partes de Asia, limitando la generalización de los hallazgos a contextos socioculturales distintos a los del mundo anglosajón.



En cuanto a recomendaciones futuras, se sugiere profundizar en estudios longitudinales que permitan evaluar el impacto a largo plazo de la educación STEM temprana en el rendimiento académico posterior. También se recomienda ampliar la investigación a contextos multiculturales y rurales, donde las barreras de acceso a la tecnología y la formación docente son más pronunciadas. Por último, se enfatiza la importancia de desarrollar instrumentos de evaluación específicos para medir el progreso en competencias STEM en niños pequeños, con el fin de mejorar la calidad y pertinencia de las intervenciones educativas.

CONCLUSIONES

La presente revisión de literatura permite concluir que la educación STEM en la primera infancia no solo es posible, sino también altamente beneficiosa para el desarrollo integral del niño. Los hallazgos sintetizados demuestran que, desde edades tempranas, los niños son capaces de construir conocimientos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas a través de experiencias lúdicas, manipulativas y significativas. El juego, entendido como una herramienta pedagógica fundamental, se presenta como el principal vehículo para introducir conceptos abstractos de manera intuitiva y contextualizada. Este enfoque, alineado con teorías constructivistas y socioculturales del aprendizaje, promueve la curiosidad, la creatividad, el pensamiento crítico y las habilidades socioemocionales, elementos clave para la formación ciudadana y académica futura.

No obstante, la implementación efectiva de estrategias educativas STEM en contextos de primera infancia enfrenta desafíos importantes. Uno de los factores más destacados es la necesidad de una formación docente sólida y especializada, que vaya más allá del dominio disciplinar e incorpore estrategias de mediación pedagógica adecuadas al desarrollo infantil. La mayoría de los estudios coinciden en señalar que muchos docentes carecen de preparación específica en enfoques interdisciplinarios, lo cual limita su capacidad para diseñar e implementar experiencias de aprendizaje STEM coherentes y motivadoras.

Otro aspecto crítico es la disponibilidad de recursos didácticos y tecnológicos accesibles y adaptados a las características evolutivas de los niños menores de seis años. Si bien existen materiales innovadores como robots educativos, kits de construcción y aplicaciones interactivas, su acceso sigue siendo desigual, especialmente en contextos

rurales o de bajos recursos. Esto plantea un reto para las políticas públicas educativas, que deben garantizar condiciones equitativas de acceso y formación.

Además, resulta indispensable contar con un marco curricular que reconozca explícitamente la importancia de la educación STEM en la primera infancia, estableciendo estándares claros y flexibles que permitan integrar estas áreas sin perder de vista las necesidades psicopedagógicas específicas de esta etapa. Las reformas curriculares deberían ir acompañadas de apoyo institucional, capacitación continua y evaluación sistemática de las prácticas implementadas.

En síntesis, esta revisión subraya la pertinencia y el potencial de la educación STEM en la primera infancia, pero también resalta la necesidad de continuar investigando y desarrollando prácticas pedagógicas inclusivas, sostenibles y adaptadas al contexto evolutivo de los niños. Futuras líneas de investigación deberían enfocarse en evaluar el impacto a largo plazo de estas estrategias, explorar su aplicación en contextos multiculturales y mejorar los instrumentos de evaluación formativa en edades tempranas. Solo mediante un enfoque integral, colaborativo y sensible al desarrollo infantil será posible maximizar los beneficios de la educación STEM desde las primeras etapas de la vida.

REFERENCIAS

- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bredenkamp, S. (2017). *Effective practices in early childhood education: Building a foundation* (3rd ed.). Pearson.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2014). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge.
- Dearing, E., Kreider, H., & Weiss, H. B. (2020). Family involvement in education during the preschool years: Implications for school readiness. *Early Education and Development*, 31(3), 410–429. <https://doi.org/10.1080/10409289.2019.1683236>

- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5Es: Extending a constructivist model for enhancing student learning. *The Science Teacher*, 70(6), 52–54.
- Ginsburg, H. P., Lee, J. J., & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children: What it is and how to promote it. *Early Education and Development*, 19(1), 5–30. <https://doi.org/10.1080/10409280701838934>
- Hirsh, P. (2018). STEM in the early childhood classroom. *Early Childhood Education Journal*, 46(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10643-017-0881-y>
- Klahr, D., & Nigam, A. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, 15(10), 661–667. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x>
- Kostelnik, M. J., Soderman, A. K., Whiren, A. P., & Rupiper, M. L. (2015). *Guiding children's social development and learning*. Cengage Learning.
- Lillard, A. S., & Else-Quest, N. (2006). The role of executive functioning in planful behavior: Results from the new Tower of Hanoi task. *Developmental Neuropsychology*, 29(3), 437–457. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2903_4
- Maier, M. F., Hachey, A. C., & Butler, S. (2017). Using engineering to understand young children's science learning. *Early Childhood Education Journal*, 45(4), 529–538. <https://doi.org/10.1007/s10643-016-0809-z>
- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Levine, S. C., Yelland, N., & Eisner, E. (2017). *STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood*. Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. <https://www.joanganzcooneycenter.org/publication/stem-starts-early/>
- Minayo, M. C. S. (2013). *O desafio do conhecimento: Epidemiologia e saúde coletiva*. Hucitec.
- Morrison, G. (2006). *Teaching in America: Early childhood education*. Allyn & Bacon.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Sophian, C. (2007). *The origins of mathematical knowledge in childhood*. Routledge.

- Souza, V., Rocha, N. R. C. R., & Amostra, J. J. P. (2010). Integrative review: Methodological strategies. *Texto & Contexto - Enfermagem*, 19(2), 342–349. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072010000200016>
- Torres-Celis, F., Rojas-Líbano, M., & Sepúlveda-Escobar, P. (2021). Formación inicial docente en educación STEM: Diagnóstico y perspectivas en Chile. *Revista Iberoamericana de Educación*, 85(3), 123–142. <https://doi.org/10.35362/rie8531093>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Whitebread, D. (2012). Development of children's self-regulation through private speech. In L. Balter & C. S. Tamis-LeMonda (Eds.), *Child psychology: A handbook of contemporary issues* (2nd ed., pp. 213–230). Psychology Press.
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546–553. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>