

El enfoque STEM y la Robótica Educativa: estrategia didáctica para el desarrollo de las habilidades de pensamiento.

Mafer Karina Reyes Rojas

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

mafer.reyes@uptc.edu.co

Orcid: 0009-0004-8510-9917

Mary Luz Ortiz Ortiz

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

mary.ortiz@uptc.edu.co

Orcid: 0000-0003-3706-618

Resumen:

Este estudio presenta una revisión sistemática de investigaciones sobre robótica educativa y enfoque STEM en diversos contextos educativos, se identificó que estas experiencias se concentran principalmente en niveles de primaria y secundaria, y promueven habilidades como trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas. A partir de estos hallazgos, se diseñó una estrategia didáctica de nueve pasos que integra la robótica y el enfoque STEM. Esta estrategia va dirigida a estudiantes de grado sexto de instituciones educativas públicas de la ciudad de Tunja. Se implementó una metodología mixta con enfoque descriptivo. Se evidencia que la robótica educativa, al combinarse con estrategias didácticas innovadoras y el enfoque STEM, puede fortalecer significativamente el aprendizaje de los estudiantes, promoviendo habilidades esenciales para el siglo XXI. Los resultados sugieren que la estrategia didáctica tiene el potencial de transformar las prácticas educativas y favorecer el desarrollo de habilidades de pensamiento.

Abstract

This study presents a systematic review of research on educational robotics and the STEM approach in various educational contexts. It was identified that these experiences are primarily concentrated at the elementary and secondary levels and promote skills such as teamwork, creativity, and problem-solving. Based on these findings, a nine-step instructional strategy was designed that integrates robotics and the STEM approach. This strategy is aimed

at sixth-grade students from public educational institutions in the city of Tunja. A mixed-methods approach with a descriptive focus was implemented. The study shows that educational robotics, when combined with innovative instructional strategies and the STEM approach, can significantly enhance students' learning, promoting essential 21st-century skills. The results suggest that the instructional strategy has the potential to transform educational practices and foster the development of thinking skills.

Palabras clave: enfoque STEM, habilidades de pensamiento, robótica educativa, estrategia didáctica

Introducción

El enfoque STEM es un método educativo que permite potenciar el aprendizaje de los estudiantes, fomentando habilidades clave como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo. La investigación explora y analiza las estrategias didácticas que integran el enfoque STEM, un método educativo basado en la articulación de cuatro disciplinas (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y emplea un aprendizaje interdisciplinario a partir de situaciones y problemas reales (UNIR, 2024).

Inicialmente, se realizó una revisión sistemática mediante la búsqueda de palabras clave como: enfoque STEM, robótica educativa, estrategia didáctica; los resultados revelaron diversas tendencias en relación con el enfoque STEM y la robótica educativa en países de Europa y Latinoamérica, donde se implementan de manera estratégica y combinada varias metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, que promueve un aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades claves para el siglo XXI.

El marco teórico se fundamenta en teorías constructivistas del aprendizaje, que destacan la importancia de la construcción activa del conocimiento en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, mediante la robótica educativa, la cual implica resolver problemas por medio de

la toma de decisiones (Wing, 2006). Además, se describen las habilidades de pensamiento y los principios del enfoque STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

La investigación aporta con el diseño de una estrategia basada en la robótica educativa por medio del enfoque STEM, estructurada en nueve etapas y fundamentada en teorías constructivistas; la robótica educativa puede ser un vehículo efectivo para el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias del siglo XXI. Este estudio contribuye al campo de la educación al mostrar el potencial transformador de la robótica educativa en las prácticas pedagógicas y en la preparación de los estudiantes para un mundo tecnológico en constante evolución, teniendo en cuenta las habilidades de pensamiento.

Fundamentos Teóricos

A lo largo de los años, varios autores han argumentado el concepto de estrategia didáctica. Para Coll (1986), el término estrategia es un conjunto de acciones ordenadas dirigidas a la consecución de una meta; Díaz-Barriga (2002) define las estrategias de enseñanza como el procedimiento que el agente de enseñanza utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos. Campos (2003) hace referencia a una serie de operaciones cognitivas que el estudiante lleva a cabo para organizar, integrar y elaborar información y pueden entenderse como procesos o secuencias de actividades. En general, las estrategias didácticas son los procedimientos que el docente debe utilizar de modo inteligente y adaptativo, con el fin de ayudar a los estudiantes a construir conocimiento y lograr los objetivos de aprendizaje.

La educación STEM proviene de las siglas en inglés science (ciencia), technology (tecnología), engineering (ingeniería) y mathematics (matemáticas); es un método cuyo enfoque educativo se basa en estas cuatro disciplinas y emplea un aprendizaje interdisciplinario basado en situaciones y problemas reales, teniendo en cuenta, la aplicación del aprendizaje

basado en proyectos y el uso de herramientas innovadoras, priorizando los conocimientos prácticos sobre los teóricos. (UNIR, 2024)

La robótica educativa es un componente importante de la educación STEM, introduciendo a los estudiantes al pensamiento científico y matemático complejo (Arabit y Prendes, 2020; Zhong y Xia, 2020) y en el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como la innovación, la creatividad, resolución de problemas y el trabajo en equipo. Además, cabe destacar que es una propuesta didáctica y pedagógica innovadora que convierte los entornos educativos tradicionales en ambientes más activos e integrales, permitiendo estimular la creatividad, la planeación, el pensamiento analítico y lógico, a través del desarrollo de proyectos científicos y tecnológicos didácticos.

Las habilidades de pensamiento son competencias cognitivas, que permiten al sujeto procesar información, analizar situaciones, resolver problemas, tomar decisiones y generar nuevas ideas de manera efectiva. Estas habilidades se desarrollan a través de la educación, la práctica y la experiencia, y son fundamentales tanto para el proceso de aprendizaje como para la vida cotidiana. Además, las habilidades de pensamiento son esenciales para el desarrollo personal y profesional, permitiendo a las personas enfrentarse a retos complejos y tomar decisiones informadas. Finalmente, las habilidades que se tendrán en cuenta en la presente investigación son: pensamiento creativo, pensamiento computacional, pensamiento reflexivo y resolución de problemas.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolla bajo la metodología de tipo mixta, expuesta por Hernández et al. (2010), donde se analiza e interpreta información cuantitativa y cualitativa, se centra en el análisis del fenómeno de estudio y su contextualización; para el enfoque cuantitativo se ha definido una variable dependiente (habilidades de pensamiento) y una

variable independiente (estrategia didáctica con STEM y robótica educativa). La muestra son los estudiantes de grado sexto de dos instituciones educativas en Tunja. Se utilizaron instrumentos como: una matriz para analizar documentos y una entrevista a los docentes de tecnología e informática para identificar recursos tecnológicos y aspectos de inclusión. Se realizarán encuestas a los estudiantes y talleristas para evaluar los resultados de la estrategia en el fortalecimiento de habilidades de pensamiento. También se utilizará una rejilla de observación para registrar la implementación de la estrategia didáctica y la participación de los estudiantes en los talleres.

La investigación consta de cuatro etapas: caracterización de experiencias sobre STEM y Robótica Educativa; diseño de la estrategia didáctica basada en la robótica educativa con enfoque STEM; implementación de la estrategia estrategias didácticas incorporando la robótica educativa; y análisis de resultados de las encuestas.

RESULTADOS

Los resultados de esta investigación evidencian que la implementación de proyectos y estrategias de robótica educativa utilizado el enfoque STEM, tuvo un impacto positivo en el desarrollo de habilidades de pensamiento de los estudiantes al proceso que implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la informática. En la primera fase, se obtuvo el análisis de 30 documentos publicados entre 2020 y 2024, se clasificaron de acuerdo con el idioma, ubicación geográfica, nivel educativo, tipo de estudio y temporalidad. Las experiencias educativas se registran principalmente en el nivel primaria y secundaria en instituciones oficiales de zona urbana. Además, cabe destacar el fortalecimiento en el desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, creatividad y resolución de problemas a través de diversas metodologías didácticas empleadas, entre las cuales se destaca: aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas y aprendizaje colaborativo, vivencial y lúdico, relacionados con la construcción de

ambientes de aprendizaje y la aplicación de modelos pedagógicos como el constructivismo de Piaget y el construccinismo Papper.

Cabe destacar que Colombia fue uno de los países con mayor cantidad de investigaciones, en relación a los estudios sobre enfoque STEM y robótica educativa, se logró identificar cuatro tendencias: comparación STEM con el método tradicional de enseñanza, programación y Robótica educativa para fortalecer el pensamiento computacional teniendo en cuenta el enfoque STEM, implementación de estrategias pedagógicas fundamentadas en la metodología STEM y la Robótica educativa, creación de semilleros de investigación orientados a la robótica educativa, y la Robótica educativa como estrategia de motivación en el aula.

En la segunda fase, se realizó el diseño de una estrategia didáctica basada en la robótica educativa incorporando el enfoque STEM, producto de la revisión documental y el trabajo en equipo, se analizaron diversas propuestas y se creó la estrategia incorporando una secuencia de nueve pasos justificados teóricamente.

El primer paso de la estrategia didáctica es la *Identificación del Problema*, el cual consta en un planteamiento de una problemática del contexto de los estudiantes que realizan un proceso psicológico acorde a una necesidad real; el paso 2 corresponde a la *Fundamentación Teórica*, donde se realiza la definición y explicación de los conceptos clave que se utilizarán en la solución del problema, luego, el paso 3 es *Imaginación* mediada por lluvias de ideas orientadas a proponer diversas soluciones al problema; el paso 4 es el *Diseño*, fundamental para que los estudiantes plasmen sus ideas mediante bocetos que permitan comprender la forma como se va a resolver el problema planteado; luego se continúa con el paso 5 *Construcción*, donde los estudiantes tienen un rol activo en su aprendizaje, colocándolos como diseñadores de sus propios proyectos y constructores de su propio aprendizaje por medio de su creatividad y habilidades técnicas con el fin de ejecutar las ideas creadas en los pasos anteriores.

El paso 6 es la *Programación*, el cual consta de la construcción del código a partir de un lenguaje de programación como parte de la solución cuando esta lo requiera; enseguida está el paso 7 que corresponde a la *Evaluación*, en el cual se proponen diversos criterios para evaluar el proceso de la estrategia didáctica teniendo en cuenta aspectos de la robótica educativa y el enfoque STEM; el siguiente paso es el 8 *Socialización*, donde los estudiantes logran analizar y comprender las ideas de los demás, en donde su objetivo principal es la defensa de sus propias ideas y hallazgos adquiridos a través del desarrollo de la secuencia didáctica y por último está el paso 9 que corresponde a la *Reflexión*, el cual consta de la capacidad de los individuos para reflexionar sobre sus propias experiencias, acciones y procesos de aprendizaje en el desarrollo de sus ideas propuestas durante la estrategia didáctica.

La estrategia con el enfoque STEM estructurada en nueve pasos se consolidó en la construcción de una secuencia didáctica, que incorpora actividades específicas en cada paso como parte de la planeación, para aplicarla a estudiantes de grado sexto de las instituciones oficiales de la ciudad de Tunja en Boyacá, cada paso de la secuencia incluyó actividades prácticas y significativas, diseñadas para fomentar la exploración y el descubrimiento en donde los estudiantes se enfrentarán a retos y desafíos que requerían de su ingenio y creatividad para encontrar soluciones, además desarrollar habilidades de pensamiento crítico y lógico por medio del análisis de problemas, la búsqueda de información relevante y la toma de decisiones fundamentadas; además, potenciar el trabajo colaborativo por medio de la organización de actividades en equipo para fomentar la comunicación, la cooperación y el respeto por las diferentes perspectivas de los integrantes de sus equipos de trabajo, y finalmente integrar conocimientos de diversas área para establecer conexiones entre los conceptos de robótica, programación, ciencias naturales, matemáticas que conforman el enfoque STEM.

CONCLUSIONES

Esta investigación destaca la importancia de la robótica educativa en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, resaltando su capacidad para desarrollar habilidades de pensamiento y competencias clave para el siglo XXI. A través de revisiones y la creación de una secuencia didáctica, se evidencia la influencia positiva de la robótica en el aprendizaje. Es necesario seguir investigando y aplicando estos hallazgos para comprender mejor su impacto. La revisión identifica a Colombia como líder en investigación sobre STEM y robótica educativa, y destaca estrategias pedagógicas como el aprendizaje basado en proyectos y colaborativo. Se diseñó una secuencia didáctica innovadora que integra STEM y robótica, brindando una guía para docentes interesados. Estos hallazgos contribuyen a la investigación sobre la eficacia de la robótica educativa, con implicaciones en la práctica educativa y formación docente. Se recomienda seguir investigando para explorar nuevas aplicaciones de la robótica en la educación.

REFERENCIAS

- Arabit, J., y Prendes, M. P., Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades, <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>, Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación, 57, 107-128 (2020)
- Campos.net. (2003). Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Recuperado de www.camposc.net/0repositorio/ensayos/00estrategiasenseaprendizaje.pdf.
- Coll, C. (1986). Psicología genética y aprendizaje escolares. México: Siglo XX.
- Díaz Barriga, F. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Ferrada, C., Puraivan, E., Silva, F., & Díaz, D. (2020). Robótica aplicada al aula en Educación Primaria: un caso en el contexto español. 240–259.

- Feijoo, A. (2020). Juguete programable paramable para el desarrollo de las habilidades STEM ollo de las habilidades STEM en niños en niños. Universidad de La Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1794&context=ing_automati_zacion
- González, A. (2020). Proyecto de innovación en Educación STEM con Robótica educativa en Educación Infantil. Comillas.edu. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/43015/TFG%20Gonzalez%20Cervera%2c%20Ana%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González-González, C. S., Guzmán-Franco, M. D., & Infante-Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review. *Sustainability*, 11(10), 2910. DOI: 10.3390/su11102910
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. (Quinta Edición). México DF.
- Papert, Seymour. (1987). Desafío de la mente. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Galápagos.
- Restrepo Echeverri, D. (2021). Modelo de integración de robótica educativa y dispositivos móviles para la enseñanza de las áreas STEM, dentro del contexto de la Educación 4.0. Universidad Nacional de Colombia.
- Ruíz, F. (2017). Diseño de proyectos STEAM a partir del currículo actual de educación primaria, utilizando aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo, flipped classroom y robótica educativa (Tesis doctoral). Recuperado de: <https://repositorioinstitucional.ceu.es/handle/10637/8739>.
- UNIR. (2024). Educación STEM: ¿qué es y qué enfoque tiene? Unir.net. <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/educacion-stem/#:~:text=La%20educaci%C3%B3n%20STEM%20proviene%20de,en%20situaciones%20y%20problemas%20reales.>

Wing, J. M. (2006). *Computational Thinking*. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.