

Tecnología para el aprendizaje: una reflexión desde la robótica educativa y STEM en el desarrollo de competencias del siglo XXI

Technology for learning: a reflection from educational robotics and STEM in the development of 21st century skills

Wilmer Hernández-Álvarez¹  

Hayley Dahiana Vega-Santofimio² 

Jairo Alberto Cuéllar-Guarnizo³ 

Marco Antonio Gutiérrez-Cárdenas⁴ 

¹ MSc. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Villavicencio, Colombia. wilmer.hernandez@uniminuto.edu

² MSc. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Villavicencio, Colombia. hayley.vega@uniminuto.edu

³ MSc. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia. jacuellar@elpoli.edu.co

⁴ MSc. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. marco.gutierrez@unillanos.edu.co

Recibido: 16 de abril de 2024

Aceptado: 24 de junio de 2024

Publicado en línea: 03 de octubre de 2024

Editor: Matilde Bolaño García 

Para citar este artículo: Hernández-Álvarez, W., Vega-Santofimio, H. D., Cuéllar-Guarnizo, J. A., y Gutiérrez-Cárdenas M. A. (2024). Tecnología para el aprendizaje: una reflexión desde la robótica educativa y STEM en el desarrollo de competencias del siglo XXI. *Praxis*, 20 (3), 635-652.

RESUMEN

El presente artículo hace una reflexión sobre la relevancia del enfoque STEM, Science, Technology, Engineering and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), y la robótica educativa en la formación integral de los estudiantes, resaltando su influencia en el desarrollo de habilidades técnicas y blandas. Donde se describe la integración de estas estrategias en la enseñanza de las matemáticas, considerándolas como una herramienta práctica que prepara a los estudiantes para el futuro. Además, se examina si los torneos STEM producen efectos positivos a corto o a largo plazo en el desarrollo de competencias de los participantes. En seguida, se analiza el impulso significativo que ha tenido la educación STEM en Colombia, evidenciado a través de políticas públicas e iniciativas de las empresas privadas. Se pretende analizar cuantitativamente cómo el crecimiento en investigación en STEM y la robótica educativa se relaciona con el reconocimiento de su potencial como herramientas para la enseñanza en distintos niveles educativos. Se concluyó que, la implementación de la educación STEM y la robótica educativa genera un impacto significativo en los participantes, fomentando el desarrollo integral de sus habilidades, fortaleciendo la comprensión de conceptos relacionados con: la ciencia; tecnología; ingeniería; y las matemáticas, además que sirve como preparación para un mundo laboral que requiere habilidades STEM.

Palabras clave: robótica educativa; educación STEM; tecnología educativa; habilidades blandas.

ABSTRACT

This article reflects on the relevance of the STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) approach and educational robotics in the comprehensive training of students, highlighting their influence on the development of technical and soft skills. The integration of these strategies in the teaching of mathematics is described, considering them as a practical tool that prepares students for the future. In addition, it examines whether STEM tournaments produce positive short- or long-term effects on the development of participants' skills. Next, the significant boost that STEM education has had in Colombia is analyzed, evidenced through public policies and initiatives of private companies. It aims to quantitatively analyze how the growth in research in STEM and educational robotics is related to the recognition of their potential as tools for teaching at different educational levels. It was concluded that the implementation of STEM education and educational robotics generates a significant impact on participants, promoting the comprehensive development of their skills and strengthening the understanding of concepts related to science, technology, engineering and mathematics; it also serves as preparation for a labor world that requires STEM skills.

Keywords: educational robotics; STEM education; educational technology; soft skills.

INTRODUCCIÓN

Los intereses educativos de los estudiantes del siglo XXI en Colombia difieren de los valores del siglo pasado. La transformación digital y cultural ha desafiado a los profesores a abandonar la zona de confort y desarrollar nuevas prácticas pedagógicas. En el pasado, el profesor asumía un papel activo en el proceso de enseñanza y estudiante el papel pasivo, mientras que, en la actualidad la participación estudiante-profesor tiende a equilibrarse. Toda esta evolución refleja un cambio significativo en la educación, a tal punto que, al actualizarse, los estudiantes demuestran mayor aceptación hacia el trabajo autónomo, y son más reflexivos y críticos.

El sistema educativo colombiano establece una ruta para cada nivel de escolaridad, que inicia en el grado cero y se prolonga hasta grado once, que está subdividida en educación preescolar, básica primaria, básica secundaria y media. Estos niveles se rigen por estándares de calidad indicados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), los cuales sirven para que todos los niños, niñas y jóvenes del país adquieran las mismas competencias (Cárdenas-Navas, 2021). Con ello, se incentiva a los profesores a buscar mecanismos que generen competencias en los estudiantes a través de diferentes estrategias pedagógicas de clase.

Según Portillo Wilches (2020), en el ciclo de Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) llamado ciclo de la mejora continua, la planeación de clase es fundamental para lograr que el proceso de enseñanza aprendizaje sea exitoso. Este ciclo lleva al profesor a autoevaluarse y cuestionarse sobre aspectos como las tendencias curriculares y sus características. La finalidad es enriquecer las prácticas pedagógicas, y ajustar los currículos para que atiendan a las necesidades del entorno y los intereses de los estudiantes, así como, para alinearlas con las políticas educativas del país.

En consecuencia, el mejoramiento de los planes de estudio implica la integración de componentes tecnológicos en las prácticas pedagógicas. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación

(TIC) brindan apoyo en el desarrollo de las clases. Cuando los profesores hacen uso de estas herramientas de manera innovadora, acceden a una amplia gama de recursos tecnológicos, que van desde los videos y libros digitales, hasta los videojuegos y las aplicaciones interactivas, entre otros. Este avance no sería posible sin que los profesores acepten actualizar sus prácticas pedagógicas (Macías Gallo et al., 2021).

Es esencial considerar las marcadas brechas educativas entre las ciudades y municipios al interior de Colombia. Son pocos los casos, en donde los profesores y estudiantes pueden acceder a los recursos tecnológicos ofrecidos por las TIC. Por lo que, se enfrentan a numerosos obstáculos para incorporar efectivamente la tecnología en las aulas. Las dificultades que enfrentan incluyen: la escasez de tiempo; la falta de capacitación; deficiencias en los modelos de integración de las TIC; y las debilidades en la infraestructura tecnológica en las áreas rurales (Carbonell et al., 2020).

Las tendencias educativas han evolucionado en respuesta a los desafíos planteados por la educación STEM. Esta corriente educativa plantea un cambio en el paradigma de enseñanza-aprendizaje dentro de las aulas de clase (Bautista Díaz et al., 2019), promoviendo la interdisciplinariedad entre los planes de estudio y fomentando la conexión entre la ciencia, tecnología, ingeniería y las matemáticas. Estas tendencias resultan beneficiosas en el contexto escolar al facilitar la realización de actividades que respaldan el desarrollo de las competencias en los estudiantes, conforme con las directrices establecidas por el MEN (Molina Molina, 2021).

Al desglosar el acrónimo STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), se revela que la “ingeniería”, en el contexto de los colegios, no hace referencia directa a la práctica profesional de la ingeniería, sino a la mentalidad y a la forma de cómo piensan los ingenieros para abordar problemas y solucionarlos (Molina Isaza, 2023). Este enfoque adopta una metodología activa, que prioriza la resolución de los problemas mediante el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), “[...]”

permitiendo que los estudiantes se involucren desde sus talentos individuales, sus sueños, sus gustos y el trabajo colaborativo, en pro de encontrar la solución a un reto” (García de los Ríos, 2019, pp. 29, 30). El enfoque STEM se percibe como un medio que busca educar para la vida laboral, aunque esta noción es sesgada y limitada. Es importante reconocer que el enfoque STEM, también integra la formación en humanidades (Castro Campos, 2022), lo que permite una comprensión completa y equilibrada de la educación.

El auge de la educación STEM ha generado un impulso hacia la adopción de herramientas didácticas innovadoras, tales como la incorporación de la robótica educativa en los planes de estudio, además de incentivar el conocimiento tecnológico, al considerarlo una necesidad transversal, como lo son la lectura y la escritura (Fernández et al., 2021). Estas disciplinas permiten que los estudiantes se relacionen de manera natural con su entorno, al tiempo que estimulan la creatividad, la destreza para resolver problemas y el razonamiento crítico.

La expansión de la educación STEM en las instituciones educativas propició la realización de las diversas actividades académicas extracurriculares con profesores y estudiantes. Entre estas iniciativas, destaca la competencia *FIRST LEGO League* (FLL), liderada por el Parque Científico de Innovación Social (PCIS) de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO (Castillo Acosta et al., 2020). En este torneo, los equipos de niños y jóvenes compiten presentando proyectos que abordan las problemáticas de la vida real, además de programar robots para superar una serie de retos.

En la actualidad colombiana, la relevancia del enfoque STEM en el desarrollo del conocimiento de los estudiantes y en el sistema educativo global, demanda la adquisición de nuevas habilidades y el fortalecimiento de competencias que lleven a los estudiantes a integrar conocimientos impartidos en diversos cursos. Donde se hace hincapié en el fortalecimiento de habilidades sociales y la incorporación de la robótica educativa a través de la práctica de destrezas y conocimientos, con las que se busca preparar a los estudiantes para enfrentar

las exigencias del mundo contemporáneo (Molina Isaza, 2023).

Desarrollo de la reflexión

1. La robótica como medio de enseñanza de STEM

Ante la demanda de cultivar el interés por la ciencia desde edades tempranas, la robótica educativa y el enfoque STEM, que están fundamentados en áreas como la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, son estrategias diseñadas para facilitar un aprendizaje práctico en los estudiantes. Dado que, esto representa un recurso didáctico importante para el desarrollo de una educación multidisciplinaria (Marques Flores & Ryokiti Homa, 2022). Sin embargo, es importante señalar que la enseñanza de la robótica no se limita a la construcción de diseños mecánicos, sino que va más allá, a causa de que debe motivar a los estudiantes a concebir e implementar un proceso investigativo e incentivarlos para que, desarrollen habilidades y destrezas a medida que van manipulando el dispositivo.

La robótica educativa propicia la reflexión del estudiante debido a que, su finalidad es promover un aprendizaje significativo que fomente el avance de competencias en los estudiantes, en cuanto a la resolución de problemas grupales e individuales (Sánchez Sánchez et al., 2020). En este contexto, se vuelve crucial la integración de la robótica en el enfoque STEM, dado que al presentarle al grupo de estudiantes un problema, su solución implica seguir una serie de pasos: gestionar roles; coordinar la toma de decisiones; mantener el respeto por el otro; analizar minuciosamente la situación; fomentar la cooperación entre los integrantes del equipo y con otros equipos; elaborar hipótesis; aplicar lógica de programación; y poner a prueba un prototipo que intente dar solución al problema planteado. De esta manera, se abarcan conocimientos que propician la integralidad curricular requerida por el MEN, facilitándoles a los estudiantes encontrar sentido a lo que aprenden mientras se desenvuelven en un ambiente positivo y motivador.

En algunas instituciones educativas se han creado diversos proyectos para implementar la educación STEM, pero son usados en entornos educativos reduciendo el riesgo de abandono escolar. Además, se han propuesto iniciativas que involucren los aspectos de la robótica, que se ponen a prueba en las actividades con estudiantes con diversas necesidades de aprendizaje. La adopción del enfoque STEM y la integración de la robótica educativa han experimentado un crecimiento dentro y fuera de las instituciones educativas en todo el mundo.

Este fenómeno se ve reflejado en el interés cada vez mayor de los investigadores en desarrollar proyectos relacionados con esas temáticas. Con el fin de corroborar la afirmación, se llevó a cabo una búsqueda de proyectos relevantes y recientes. En el ámbito internacional, se encontró el proyecto “*Building Collaboration Skills in 4th- to 6th-Grade Students Through Robotics*” (Nemiro, 2021) realizado por la California State Polytechnic University de Estados Unidos, a través del cual se trabajaron habilidades colaborativas para estudiantes de primaria usando la robótica. Asimismo, se encontró que la National University of Tainan de Taiwán, realizó el trabajo “*Skill Development and Knowledge Acquisition Cultivated by Maker Education: Evidence from Arduino-based Educational Robotics*” (Chou, 2018). Finalmente, se halló el proyecto “Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en Robótica con metodologías activas en 3° ciclo de Educación Básica primaria” (Ferrada, 2021) implementado por la Universidad de Granada en España.

En la búsqueda nacional, el primer resultado fue el proyecto “Educación 4.0: integración de robótica educativa y dispositivos móviles inteligentes como estrategia didáctica para la formación de ingenieros en STEM” (Restrepo-Echeverri et al., 2022), desarrollado por la Universidad Nacional de Colombia. En este proyecto se utilizaron dispositivos móviles y robótica, facilitando introducir la tecnología en la enseñanza por medio de kits con sensores, mecanismos, piezas y características de

fácil acoplamiento con el celular para armar un robot.

El proyecto “Desarrollo de habilidades del pensamiento computacional con apoyo de la metodología STEM en estudiantes con dificultades en problemas de operaciones básicas con números naturales en el grado sexto” implementado por la Universidad de Santander (Murillo-Toscano, 2022), identificó la existencia de una problemática constante en el manejo de operaciones matemáticas en los estudiantes de grado sexto de una institución educativa. Por lo que, se optó por la implementación de herramientas tecnológicas y el desarrollo computacional, para lograr avance en la competencia de resolución de problemas. Una de las herramientas implementadas fue Scratch y la programación por bloques para construir programas y/o juegos que permitieron al estudiante estructurar su pensamiento lógico y desarrollar la creatividad, mejorando en un 13 % el manejo de las operaciones matemáticas.

Por último, el proyecto “Formación de competencias 4.0 a partir del diseño de una unidad didáctica para el ciclo educativo 4 basado en una metodología STEM” ejecutado por la Universidad Pedagógica Nacional (Guerrero Bernal, 2021). En este proyecto se diseñó una unidad didáctica basada en el enfoque STEM, para la formación de competencias 4.0 en estudiantes de octavo y noveno grado, integrando las estructuras curriculares y los lineamientos establecidos por el MEN, la cual a futuro se puede implementar a grandes poblaciones de estudiantes.

En la búsqueda de trabajos a nivel local se destaca un proyecto enfocado en el uso de la robótica educativa como recurso para el aprovechamiento del tiempo libre de los estudiantes de noveno grado del barrio La Nohora de Villavicencio, implementado por UNIMINUTO y descrito en el libro *Robótica educativa en La Nohora, una experiencia de innovación social* (Hernández-Álvarez et al., 2021). El objetivo de este proyecto fue alejar a los jóvenes de la Institución Educativa Simón Bolívar de los problemas sociales de su entorno, debido a que, viven en una comunidad conformada por habitantes

desplazados por la violencia de diferentes municipios del departamento del Meta. Así mismo, a esta zona llegaron personas con problemas de consumo de sustancias psicoactivas y participación en actividades ilícitas, entre otros. Con este proyecto se logró que los estudiantes aprovecharan su tiempo libre y, a la vez, mejoraran sus competencias matemáticas mediante actividades basadas en la programación de robots.

Tras la revisión de los diferentes proyectos STEM, se observa que al integrar la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con herramientas tecnológicas innovadoras se genera una buena estrategia de enseñanza-aprendizaje. Dado que, a la vez que el profesor desarrolla su clase con herramientas innovadoras, va generando curiosidad en el estudiante y fomenta el aprendizaje significativo. La revisión demuestra que hay motivación de los investigadores para involucrarse en proyectos relacionados con esta temática, que produce efectos positivos en el desarrollo del pensamiento en las diferentes áreas del conocimiento y en distintos niveles educativos.

2. STEM como estrategia para la enseñanza de las matemáticas

El proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ha sido un desafío en todas las etapas de la educación escolar. Durante la educación básica primaria se utilizan juegos, materiales concretos y dinámicas grupales para hacer que este proceso sea más lúdico, pero al ingresar a la educación básica secundaria, muchos estudiantes perciben que algunos profesores parecen estar más enfocados en transmitir los ejes temáticos, mas no en la evolución del aprendizaje y la mejora de las habilidades matemáticas. Por ello, resultan necesarias estrategias lúdicas e interactivas que motiven a los estudiantes a adquirir conocimientos, incluso en los temas que pueden parecer complejos y abstractos.

Es importante recordar que, entre las áreas STEM se encuentran las matemáticas, las cuales suelen generar cierto temor y rechazo de los estudiantes en todos los niveles educativos. Esto se debe a diversas razones, una de estas es que:

[...] Los estudiantes no encuentran relación entre lo que aprenden en el aula y su entorno porque los conceptos explicados se suelen usar en situaciones hipotéticas; es decir, no se emplean para solucionar un problema cotidiano, como los que surgen en partidos de fútbol, videojuegos o cualquier actividad más familiar para ellos. (Santos-Moreira et al., 2022, p. 4).

En consecuencia, uno de los aportes más significativos de la educación STEM radica en la forma dinámica e interactiva con la que se abordan la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Haciendo que los estudiantes aprendan a través de problemas contextualizados, al tiempo que se divierten.

De esta forma, la robótica ofrece oportunidades para que los estudiantes puedan experimentar las matemáticas como un proceso tangible a través de la interacción con los robots (Vargas et al., 2020), porque al programarlos, los estudiantes aplican procedimientos matemáticos para ponerlos en funcionamiento. Como consecuencia, perciben que las matemáticas pueden ser amigables y se sienten motivados a utilizarlas en la solución de situaciones problema de la vida cotidiana, sin notar que, se están empleando conceptos relacionados con figuras geométricas; tiempo; distancia; medidas; rotaciones; entre otros.

3. Desarrollo de habilidades blandas con el uso de STEM

Cuando los padres de familia deciden que sus hijos deben iniciar su ciclo escolar en una institución educativa, su objetivo es que adquieran habilidades sociales fundamentales para convivir adecuadamente con otros niños, para hacer amigos y para respetar a sus semejantes. Por esta razón, los profesores diseñan actividades lúdicas, culturales y de trabajo en equipo que propicien una interacción sana entre los estudiantes.

Esta interacción se centra en las habilidades blandas, que engloban aspectos como las habilidades de personalidad, comunicación, sociales y empatía, las cuales son esenciales para formar

individuos capaces de comunicarse y relacionarse efectivamente con los demás (López & Lozano, 2021). En el caso de los niños, esta interacción se logra a través de actividades que promueven el desarrollo de estas habilidades de manera natural y sin que ellos lo perciban directamente.

Desde la primera infancia, los estudiantes son partícipes de una diversidad de actividades que fomentan el desarrollo de habilidades blandas, estas incluyen: el trabajo en equipo; liderazgo; escucha activa; empatía; resiliencia; adaptabilidad; colaboración; y resolución de conflictos (Aguinaga Vásquez & Sánchez Tarrillo, 2020). Estas destrezas son esenciales para cultivar la inteligencia emocional, la cual desempeña un rol determinante en el crecimiento integral de los individuos.

Al trabajar en proyectos de educación STEM, se ponen en práctica habilidades sociales, considerando que, al fusionar la robótica educativa con ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, los estudiantes se enfrentan a diversas emociones que deben aprender a manejar de forma individual y en colectivo. En este entorno, se fomenta el respeto y reconocimiento a las opiniones de los demás, mientras se unen esfuerzos para alcanzar el éxito en la actividad propuesta.

4. FIRST® LEGO® League

Las experiencias y competencias adquiridas a través de la robótica educativa ofrecen a los participantes oportunidades auténticas y desafiantes, para aprender y aplicar nuevos conocimientos STEM, a través del desarrollo colaborativo de soluciones a

problemas complejos del mundo real (Brançalião et al., 2022).

Un ejemplo de estos esfuerzos son los torneos que se celebran en varias partes del mundo, como el FIRST® LEGO® League (FLL) Challenge. Esta competencia de robótica educativa, fundada en los Estados Unidos por la organización sin fines de lucro *For the Inspiration and Recognition of Science and Technology (FIRST)* en asociación con el grupo LEGO, se ha convertido en un evento de renombre internacional. Desde su creación en 1998, el *FLL Challenge* ha sido un catalizador para fomentar en los participantes su interés en la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como para desarrollar habilidades transversales del siglo XXI. Hasta el año 2020, la competencia había involucrado a más de 318.000 participantes con edades de entre nueve y dieciséis años, provenientes de aproximadamente 110 países (FIRST, 2020a). La creciente popularidad y la continuidad de estos eventos reflejan la demanda y el entusiasmo que generan en las personas sin importar su ubicación geográfica.

En una temporada que suele durar entre ocho y doce semanas, los equipos participantes exploran problemas con contexto real relacionados con un tema STEM, definido por el concurso (FIRST, 2020b). Durante este periodo, los participantes se dedican a mejorar el diseño mecánico del robot y el juego del robot. Dado que, trabajan en un prototipo como parte de un proyecto de innovación destinado a abordar un problema del mundo real, al tiempo que ponen en práctica los valores fundamentales FIRST (Tabla 1).

Tabla 1. Etapas de la evaluación.

Proyecto de innovación	Los equipos deben identificar problemas relacionados con la temática de la competencia y crear una solución innovadora.
Juego del robot	Los miembros del equipo deben diseñar, ensamblar y programar robots autónomos para realizar un conjunto de tareas y misiones.
Diseño mecánico del robot	Etapa en la que se evalúa a los equipos respecto a la construcción proceso del robot, que se utilizará para afrontar el desafío.
Valores fundamentales FIRST	Evaluación de los valores adoptados por los competidores a lo largo la competencia: trabajo en equipo, inspiración y profesionalidad.

Fuente: Pereira & Silva (2021).

En el juego del robot, los participantes construyen, programan y prueban un robot LEGO para completar misiones que implican resolver los desafíos de programación y diseño de ingeniería dentro de un campo de juego de 2,3 m × 1,1 m. (Graffin et al., 2022). En el proyecto de innovación, los participantes investigan, crean prototipos y proponen soluciones innovadoras a un problema del mundo real, relacionado con el tema de la competencia (FIRST and the LEGO Group, 2021).

Se espera que los equipos que compiten en el FLL defiendan y celebren la filosofía *FIRST* de Profesionalismo Amable® y Cooperación®. El Profesionalismo Amable® se define como una manera de llevar a cabo las tareas que promueven el trabajo de alta calidad, pone énfasis en el valor de los demás y muestra de respeto por las personas y la comunidad. La Cooperación® enfatiza la importancia de mostrar amabilidad y respeto en medio de una competencia desafiante, alentando la colaboración y el aprendizaje compartido dentro y entre los equipos competidores.

Estos principios se manifiestan a través de los valores fundamentales *FIRST*, que incluyen la innovación, el descubrimiento, trabajo en equipo, la inclusión, diversión, y el impacto (FIRST, 2023). Se comprende que, aunque el torneo implica un alto nivel de competencia, también fomenta la capacidad de los equipos para cooperar entre sí, creando una competencia intensa, pero vivida en un ambiente de colaboración.

Los torneos del FLL se dividen en tres fases: regional, nacional e internacional, que se llevan a cabo de manera secuencial, donde cada etapa sirve como clasificación para la siguiente. En los torneos regionales participan equipos que usualmente provienen de áreas geográficas cercanas. Los equipos ganadores de las etapas regionales avanzan a la etapa nacional (Pereira & Silva, 2021). La etapa internacional marca el clímax de la temporada, y es realizada en diversas ubicaciones alrededor del mundo, con la participación de los equipos ganadores de los torneos nacionales.

Cabe destacar que, FLL no es la única competencia de robótica educativa y STEM que se realiza en el mundo, sino que existen otras iniciativas similares como el *World Robot Olympiad*®, el *VEX Robotics World Championship*, entre otras; estas pretenden impactar positivamente en los participantes. Para el caso del impacto del FLL, en un estudio de Graffin et al. (2022) se evidencia que los estudiantes participantes en la competencia fueron impactados positivamente en términos generales, en cuanto a actitudes, intereses y motivación hacia áreas STEM.

En este mismo estudio se menciona que, la participación en el FLL tiene un impacto positivo a largo plazo en los integrantes de los equipos en términos de sus actitudes hacia STEM, aprendizaje y trayectorias profesionales. También se indica que, varios estudios cualitativos y cuantitativos sugieren la existencia de impactos positivos a corto plazo en el desarrollo de habilidades de colaboración, comunicación y resolución de problemas.

La profundidad de este tipo de eventos trasciende al ámbito de la robótica educativa, convirtiéndose en torneos multifacéticos, que abordan y valoran un espectro amplio de capacidades. Más allá de la destreza técnica requerida para diseñar y programar robots, se pone énfasis en aspectos cruciales como la creatividad, el trabajo en equipo, pensamiento crítico y la resolución de problemas. Estos aspectos enriquecen la experiencia de aprendizaje de los participantes y reflejan la naturaleza holística de la educación STEM y su impacto en el desarrollo integral de los estudiantes. En este contexto, los torneos no solo se tratan de que los equipos compitan, sino que también colaboren entre sí.

5. Territorios STEM+

El Proyecto Territorios STEM+ es una iniciativa conjunta entre el MEN de Colombia y el Instituto UNNO del PCIS (Instituto UNNO, 2024). Es un proyecto que procura impulsar la innovación en la educación a través del enfoque STEM y tecnologías digitales en diversas regiones del país. En 2023, se anunció la declaración de 21 territorios STEM+, marcando el comienzo de la puesta en marcha de

estrategias específicas para promover la educación STEM en áreas de todo el territorio nacional.

Basado en el macro del trabajo de este proyecto, viendo el alcance e impacto, la Red STEM Latinoamérica declaró a la organización El Minuto de Dios como el primer Territorio STEM+ en Colombia. Este reconocimiento resalta el compromiso de la entidad con el fomento de la educación STEM y su contribución al desarrollo de entornos de aprendizaje innovadores. Este hito también es el resultado de más de una década de esfuerzos dedicados a incentivar la educación STEM (Infobae, 2024). Asimismo, se destaca el papel desempeñado por el del Instituto UNNO del PCIS de UNIMINUTO en la potencialización de ambientes de aprendizaje STEM.

En relación a este proyecto, Kristina Reiss, una alemana destacada experta en educación, con amplia preparación en roles de liderazgo en universidades de Alemania y en la dirección del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) en el mismo país; mencionó que el ecosistema de innovación de El Minuto de Dios en Colombia se destaca al impulsar la importancia del enfoque STEM en la educación para la inclusión y transformación social, del mismo modo que, los desafíos y oportunidades que enfrenta la educación STEM en América Latina (UNIMINUTO, 2024). Reiss enfatiza en la necesidad de adoptar enfoques educativos centrados en la creatividad y el pensamiento crítico, así como, la importancia de la responsabilidad social en las áreas STEM.

Se resaltan algunos esfuerzos y logros en la promoción de la educación STEM en Colombia, al igual que, los desafíos y oportunidades a los cuales se enfrenta esta área educativa en América Latina. Se destaca el compromiso de diversas organizaciones como El Minuto de Dios, en el impulso de la inclusión, la innovación y calidad educativa en la región a través del enfoque STEM

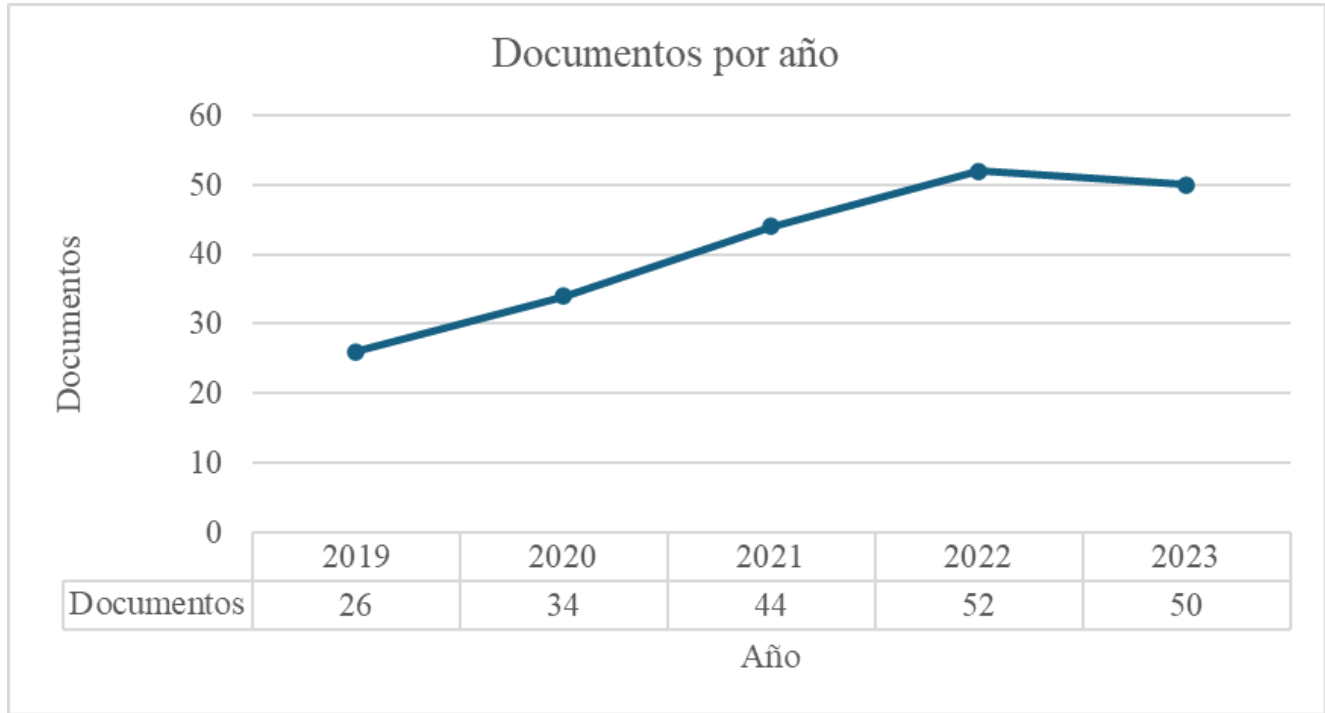
(Ramos-Lizcano et al., 2022). Aunque el enfoque STEM se ha extendido, principalmente en Estados Unidos, su adopción en Latinoamérica ha ido aumentando, a través de iniciativas como la incorporación en las políticas educativas, la Red STEM Latinoamérica, y declaración de Territorios STEM+.

6. Tendencias de publicaciones sobre STEM

Considerando que la robótica es una herramienta tecnológica cada vez más empleada en diversas áreas del conocimiento, incluyendo la educación, se llevó a cabo una revisión bibliográfica. Su finalidad fue determinar la trascendencia de esta herramienta en la ejecución de actividades relacionadas con la enseñanza en distintos niveles educativos, evidenciada en la productividad científica de los autores a nivel mundial. Se analizaron artículos y revisiones indexadas en bases de datos destacadas (Flores, 2018). Como primer paso, se realizó una consulta en Scopus para caracterizar una temática determinada y analizar las tendencias; el número de publicaciones; los autores e instituciones durante el periodo comprendido entre los años 2019 y 2023.

Se definió la ecuación de búsqueda: “*stem AND education AND robotics*” y se aplicó en la base de datos para identificar aquellos documentos que incluyeran en su texto los tres términos clave: STEM, educación y robótica. Posteriormente, se procedió a segmentar y filtrar los datos encontrados, limitando los resultados según el intervalo de tiempo mencionado. Finalmente, se excluyeron de la búsqueda todos los trabajos que no fueran artículos o revisiones, al considerar su pertinencia académica y científica. Con esos ajustes, se encontraron 201 documentos, lo que indica un creciente interés en la temática, como se refleja en la tendencia ascendente observada (figura 1).

Figura 1. Cantidad de publicaciones por año (2019-2023).

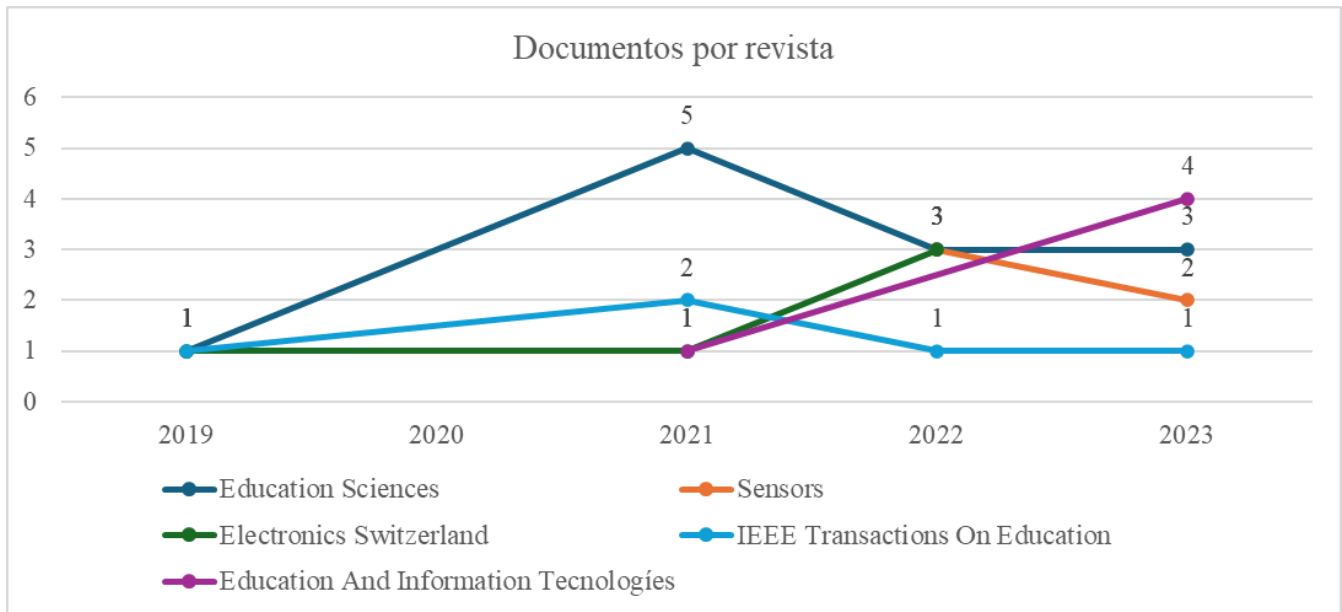


Fuente: Elsevier (2024).

Se notó un incremento significativo en el número de artículos indexados en Scopus para el año 2023, con cincuenta (50) artículos frente a los 26 del año 2019. Utilizando la información métrica entregada por la

base de datos, también se identificaron las revistas que en los últimos cinco años publicaron más artículos relacionados con STEM, educación y robótica (figura 2).

Figura 2. Número de documentos por revista (2019-2023).

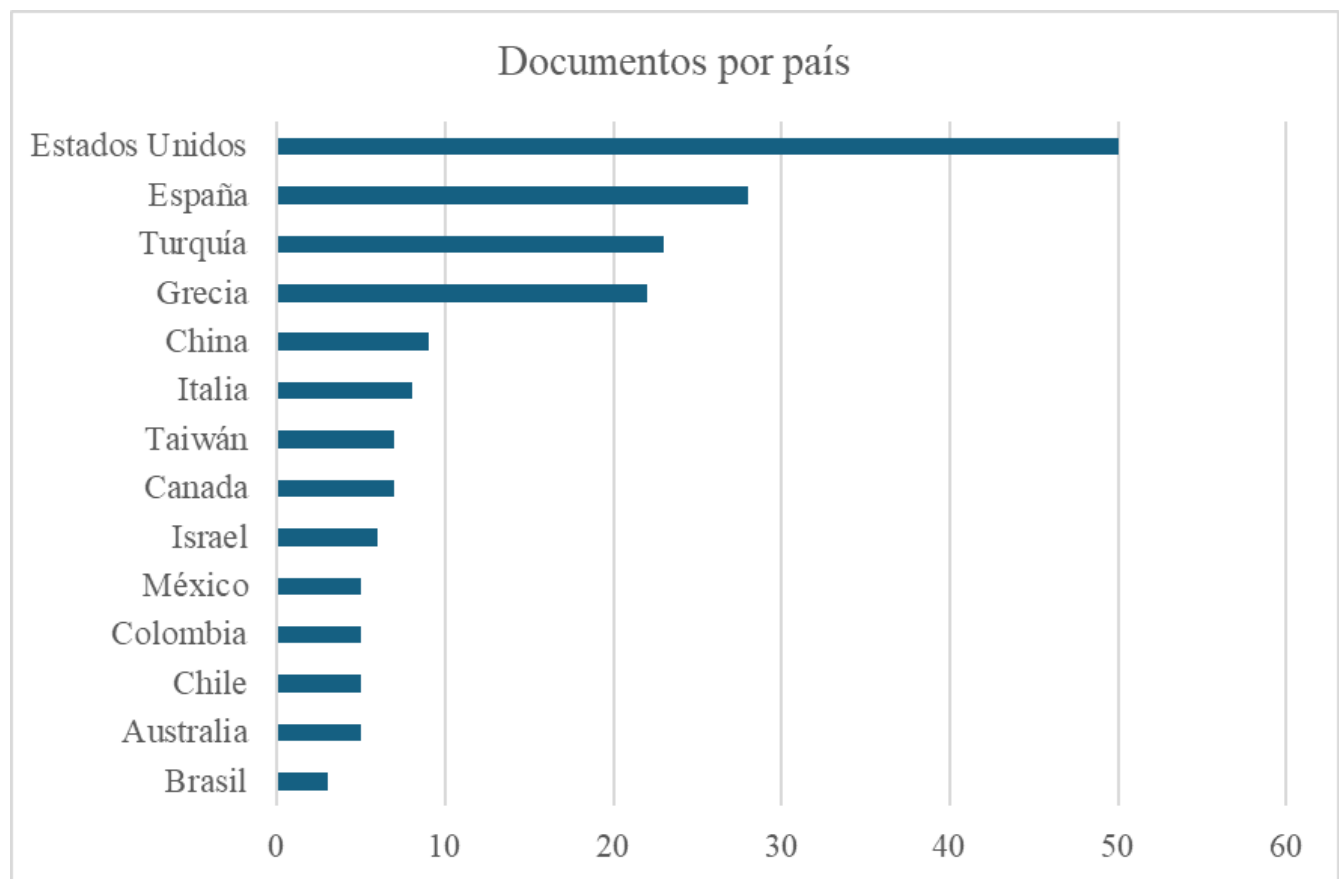


Fuente: Elsevier (2024).

En el año 2023, la revista *Education and Information Technologies* fue la que mayor número de artículos publicó, con un total de cuatro *papers*. Aquella revista es compilada por la editorial *Springer* y se sitúa en el cuartil uno (Q1) del *Scimago Journal Rank* (SJR). Sin embargo, durante los últimos cinco años, la revista indexada *Education Sciences*, editada por el Multidisciplinary Digital Publishing Institute – MDPI, y ubicada en el cuartil dos (Q2) del SJR, publicó doce artículos sobre el tema, evidenciando ser la de mayor producción. Es importante señalar que, las editoriales y revistas de alto impacto continúan publicando sobre STEM y robótica educativa, lo que subraya la importancia del tema de estudio, al igual que, el interés de los investigadores para trabajar en proyectos e iniciativas relacionadas (Taylor, 2018).

En los resultados de la búsqueda, destaca un hallazgo relevante sobre los países que más documentos han publicado en el periodo de tiempo (figura 3). Estados Unidos ocupa la primera posición, con un total de cincuenta (50) artículos indexados en Scopus, lo que concuerda con su considerable inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i). Al considerar el idioma de los países relacionados, se encontraron 15 artículos de países latinoamericanos de habla hispana, que, sumados a los 29 documentos publicados en revistas de España, dan un total de 44 artículos escritos por personas cuyo idioma nativo no es el inglés. Esto pone de manifiesto que la producción científica de Estados Unidos supera la suma de los artículos originados en España, Colombia, México y Chile.

Figura 3. Países con mayor número de publicaciones (2019-2023).

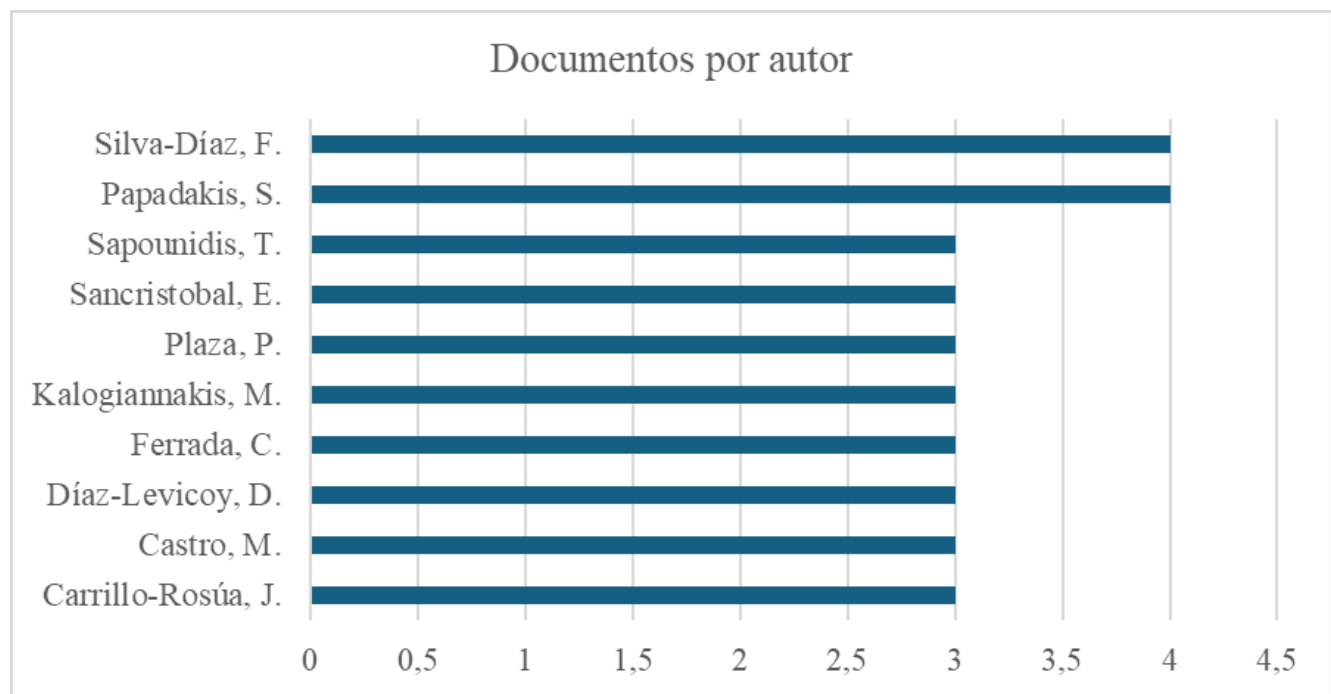


Fuente: Elsevier (2024).

En cuanto a la productividad individual de los autores en este periodo, se destaca que dos de los diez autores más prolíficos en estas temáticas fueron quienes publicaron cuatro artículos, cada uno, y los ocho restantes publicaron al menos tres artículos relacionados con los parámetros de

búsqueda (figura 4). Este patrón sugiere una productividad promedio, de poco más, de un artículo por año para cada autor, guardando coherencia con las capacidades individuales de un investigador en este campo.

Figura 4. Productividad individual (2019-2023).



Fuente: Elsevier (2024).

En el análisis de la búsqueda se evaluó el número de citas de cada documento, lo que proporciona una idea del impacto y de la relevancia del artículo en la

comunidad científica (tabla 2). Al revisar los cinco documentos más citados durante el periodo mencionado, se observa que aquellos de mayor antigüedad recibieron mayor atención, como lo demuestra el número de citas acumuladas.

Tabla 2. Artículos más citados (2019-2023).

Authors	Title	Source Title	Cited by
Anwar et al. (2019)	A Systematic Review of Studies on Educational Robotics	Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)	181
Dorouka et al. (2020)	Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education	International Journal of Mobile Learning and Organization	97
Tsai et al. (2019)	Developing the Computer Programming Self-Efficacy Scale for Computer Literacy Education	Journal of Educational Computing Research	94
Conde et al. (2021)	Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review	Computer Applications in Engineering Education	72
Sullivan & Bers (2019)	Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school	International Journal of Technology and Design Education	69

Fuente: Elaboración propia basada en Elsevier (2024).

Se observa que las revistas con los artículos más citados (tabla 2) difieren de aquellas de mayor volumen de publicaciones en el tema (figura 2), sugiriendo que, pese a la cantidad de publicaciones, algunas revistas no generan impacto en la comunidad que investiga temas de robótica educativa y STEM.

En los resultados (tabla 2), Conde et al. (2021) concluyeron que la integración de la robótica en la educación mejora el interés estudiantil en disciplinas STEM, ofreciendo un enfoque práctico y facilitando el aprendizaje. También se evidenció que las metodologías activas fomentan la participación, creatividad y pensamiento crítico de los estudiantes. Las contribuciones destacan los enfoques dinámicos e interactivos de la educación STEM.

Por otra parte, Dorouka et al. (2020) documentaron como se da el impacto de los dispositivos móviles en la educación temprana y en áreas STEM como la robótica, las matemáticas y la alfabetización. La tecnología aplicada en la enseñanza enriquece la experiencia de los estudiantes e influye en la percepción de los padres respecto al aprendizaje de sus hijos. La implementación de la educación STEM, a través de la robótica mejora la actitud de los maestros, subrayando la importancia de la tecnología en la modernización de la educación.

Finalmente, Anwar et al. (2019) comentaron que la exploración de la robótica educativa en entornos K-12 aporta beneficios académicos. En el mismo estudio se reveló la importancia de la integración de la robótica en el aprendizaje y se destacó la necesidad de investigación en Educación STEM.

DISCUSIÓN

La educación STEM ha demostrado mejorar las competencias del pensamiento crítico y resolución de problemas entre los estudiantes. Este enfoque fomenta un aprendizaje activo y la integración de tecnologías innovadoras, generando mayor interés por las ciencias y la tecnología, especialmente, en las poblaciones subrepresentadas como las niñas y comunidades rurales y afrodescendientes (Angulo González et al., 2022; MEN, 2023). Asimismo, la

robótica educativa busca mejorar las habilidades técnicas de los estudiantes y transformar sus percepciones de género en áreas STEM, promoviendo la equidad en el acceso (Guevara Muñoz, 2024).

La formación docente en metodologías STEM ha permitido actualizar los currículos y mejorar las prácticas pedagógicas. Los docentes ahora están preparados para integrar la ciencia y tecnología en sus clases, lo cual resulta en una enseñanza atractiva para los estudiantes (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2023). En relación con la educación STEM y las políticas públicas de Colombia: el MEN adoptó un enfoque STEM+ que busca alinear las acciones educativas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), promoviendo la formación de ciudadanos críticos, creativos y competentes (Angulo González et al., 2022; INSTITUTO UNNO, 2022).

Adicionalmente, la Guía STEM+ Género promueve la igualdad, proporcionando herramientas para la participación equitativa de las niñas. Por otro lado, la estrategia Territorios STEM+, facilita la implementación de STEM en diversas regiones del país mediante el acompañamiento y los recursos para fortalecer competencias de sus habitantes según el territorio.

STEM Latam es una red para intercambiar experiencias a nivel latinoamericano, potenciando el desarrollo de proyectos y la transferencia de conocimientos. Adicionalmente, existe un conjunto de recursos como las series de televisión, documentales, podcasts y juegos, que buscan hacer el aprendizaje interactivo y accesible para los estudiantes (Portal Colombia Aprende, 2023).

En Colombia existen iniciativas para formar a profesores y estudiantes competentes en nuevas tecnologías, vinculando estratégicamente la educación STEM en los currículos educativos. Entre ellas, “Colombia Programa”, iniciativa de varias organizaciones para formar en programación y pensamiento computacional a 11.200 docentes, impactando 896.000 estudiantes de 1.560 instituciones nacionales. Adicionalmente, se

seleccionaron a 420 instituciones educativas urbanas con experticia para desempeñarse como nodos de pensamiento computacional y formar a 10.500 maestros. A la vez, se está haciendo el acompañamiento a 700 maestros y la dotación a 300 sedes rurales (MinTIC, 2024).

Minciencias impulsa el desarrollo nacional, financiando proyectos investigativos asociados a tecnologías emergentes, energías renovables, desarrollo humano con equidad, entre otros. Estos proyectos pueden abordarse usando un enfoque STEM en la metodología o proponiéndolo como innovación en otro campo del saber (Minciencias, 2019). Concretamente, las convocatorias de investigación y formación doctoral valoran favorablemente los proyectos STEM. Por ejemplo, la Convocatoria 959 de 2024 que pretende dotar de laboratorios STEM al territorio nacional, o la Convocatoria 933 de 2023 de doctorados nacionales, ambas priorizando zonas históricamente desatendidas por el Estado (Minciencias, 2024; Minciencias, 2023).

La demanda de habilidades STEM está transformando las oportunidades de empleo del mercado laboral en Colombia. La educación STEM prepara a los estudiantes para carreras en campos técnicos y científicos, y fomenta las habilidades blandas como el trabajo en equipo y la innovación, que son altamente valoradas en el mercado laboral (Makia, 2024). Lo cual es crucial para cerrar la brecha de habilidades en un mundo cada vez más digitalizado.

CONCLUSIÓN

La integración de la robótica y la educación STEM crea un entorno propicio para el desarrollo de habilidades sociales. Los proyectos que requieren la aplicación de STEM, para resolver problemas del mundo real, desafían a los estudiantes a colaborar, comunicarse y respetar las opiniones de los demás. El trabajo en equipo en proyectos STEM impulsa el aprendizaje académico, y fortalece las habilidades sociales de los estudiantes. Ellos aprenden a manejar emociones, a escuchar activamente y a trabajar de manera colaborativa para alcanzar

metas. La educación STEM fomenta habilidades técnicas y aporta a la formación de individuos resilientes y competentes, capaces de afrontar los retos del mundo contemporáneo.

Las competencias de robótica educativa, como el FLL Challenge, potencia las habilidades STEM de los participantes, alentando valores como el trabajo en equipo y la innovación. Estos eventos brindan oportunidades para resolver problemas reales, impulsando el aprendizaje técnico y las habilidades interpersonales. Su impacto positivo se manifiesta en las actitudes hacia STEM y en el desarrollo de competencias fundamentales para el éxito educativo y profesional. Como parte del ecosistema STEM global, el FLL *Challenge* destaca la importancia de cultivar habilidades técnicas, sociales y emocionales en los participantes.

Frente a la influencia de la educación STEM en políticas gubernamentales, resalta el papel del MEN y Minciencias donde sobresalen los programas y proyectos STEM, frente a otras áreas. En cuanto al sector privado, se puede señalar que el fomento de la educación STEM en Colombia se ve en iniciativas como el Proyecto Territorios STEM+ y el compromiso de organizaciones como El Minuto de Dios. La designación de esta entidad, como el primer Territorio STEM en Colombia, destaca la innovación educativa y el desarrollo centrado en STEM.

A pesar de los desafíos, la necesidad de enfoques educativos centrados en el pensamiento crítico y la creatividad, se señala un futuro prometedor donde la educación STEM desempeñará un papel fundamental en el desarrollo de habilidades para enfrentar los retos del siglo XXI en la región.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores manifiestan que durante la ejecución del trabajo y la redacción del artículo no han incidido intereses personales o ajenos a su voluntad, incluyendo malas conductas y valores distintos a los que usual y éticamente tiene la investigación. Por lo tanto, declaran que no existe conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, Centro Universitario Villavicencio, por la financiación del proyecto denominado “Robótica y Educación STEM como apoyo para el aprendizaje de las matemáticas”, con el código C120-759; y por apoyar el desarrollo de este artículo que es uno de los productos del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguinaga Vásquez, S. J., & Sánchez Tarrillo, S. J. (2020). Énfasis en la formación de habilidades blandas en mejora de los aprendizajes. *Educare et Comunicare: Revista de Investigación de La Facultad de Humanidades*, 8(2), 78–87.

<https://doi.org/10.35383/educare.v8i2.470>

Angulo González, M. V., Alarcón Párraga, C. L., Gómez Díaz, C. M., Muñoz Castillo, R., Zea Silva, L. A., Ruíz Castillo, S. E., Bustos Ortiz, J., & Montoya Barato, W. Y. (2022). *Educación expandida para la vida* (Ministerio de Educación Nacional, Ed.; Vol. 1). https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-08/Documento%20Visio%CC%81n%20STEM%2B.pdf

Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2).

<https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>

Bautista Díaz, D. A., Suarez-Moreno, M. F., & Gómez-Amaya, J. (2019). Educación STEM en las actitudes de los estudiantes de secundaria hacia la ingeniería. *Revista Educación En Ingeniería*, 15(29), 89–103. <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/1079>

Brancalião, L., Gonçalves, J., Conde, M., & Costa, P. (2022). Systematic Mapping Literature Review of Mobile Robotics Competitions. In *Sensors* (Vol. 22, Issue 6). MDPI. <https://doi.org/10.3390/s22062160>

Carbonell, V. C., Arias, Á. F. H., & Arias, A. C. S. (2020). Cobertura de las TIC en la educación básica

rural y urbana en Colombia. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 13(13), 39–48. <https://doi.org/10.22463/24221783.2578>

Cárdenas-Navas, A. M. (2021). *El conocimiento escolar en los lineamientos curriculares, estándares básicos de competencias y derechos básicos del aprendizaje para el área de ciencias naturales en Colombia: estudio de caso*.

<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/29299>

Castillo Acosta, L., Rodríguez, C. J., & Hernández Martín, J. A. (2020). *FIRST LEGO® League FLL - Perspectiva 2017 - 2019*.

<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/382/3821580019/>

Castro Campos, P. A. (2022). Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*, 18(1), 158–175.

<https://doi.org/10.21676/23897856.3762>

Chou, P.-N. (2018). Skill Development and Knowledge Acquisition Cultivated by Maker Education: Evidence from Arduino-based Educational Robotics. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), 1600.

<https://doi.org/10.29333/ejmste/93483>

Conde, M., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández-Llamas, C., Gonçalves, J., Lima, J., & García-Peñalvo, F. J. (2021). Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 46–65.

<https://doi.org/10.1002/CAE.22354>

Dorouka, P., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2020). Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(2), 255–274.

<https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106179>

Elsevier. (2024). *Scopus*.

<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic>

Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2023). *Innovación educativa: el poder del enfoque STEM - Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*.

<https://www.escuelaing.edu.co/es/noticias/innovacion-educativa-el-poder-del-enfoque-stem/>

Fernández, M. O. G., González, Y. A. F., & López, C. M. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. In *Revista Eureka* (Vol. 18, Issue 2).

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301

Ferrada Ferrada, C. A. (2021). *Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3o ciclo de Educación Primaria*. 261.

<https://digibug.ugr.es/handle/10481/76036>

FIRST. (2020a). *At A Glance | FIRST*.

<https://www.firstinspires.org/about/at-a-glance>

FIRST. (2020b). *Welcome! FIRST® Core Values Overview*.

FIRST. (2023). *About FIRST | FIRST*. <https://www.firstinspires.org/about>

FIRST and the LEGO Group. (2021). *Welcome! FIRST® Core Values Overview*.

<https://firstinspiresst01.blob.core.windows.net/first-forward/fll-challenge/fll-challenge-cargo-connect-overview.pdf>

Flores, C. (2018). Problem-based science, a constructionist approach to science literacy in middle school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 16, 25–30.

<https://doi.org/10.1016/J.IJCCI.2017.11.001>

García de los Ríos, W. J. (2019). *Aprendizaje basado en retos para la solución de problemas con tecnología con mediación TIC para el grado 11 de la I.E Liceo Gabriela Mistral, municipio de La Virginia Rda*. Universidad Cooperativa de Colombia, Posgrado, Maestría en Informática Aplicada a la Educación, Pereira.

<https://hdl.handle.net/20.500.12494/14565>

Graffin, M., Sheffield, R., & Koul, R. (2022). 'More than Robots': Reviewing the Impact of the FIRST® LEGO® League Challenge Robotics Competition on School Students' STEM Attitudes, Learning, and Twenty-First Century Skill Development. In *Journal for STEM Education Research* (Vol. 5, Issue 3, pp. 322–343). Springer Nature.

<https://doi.org/10.1007/s41979-022-00078-2>

Guerrero Bernal, M. A. (2021). *Formación de competencias 4.0 a partir del diseño de una unidad didáctica para el ciclo educativo 4 basado en una metodología STEM*.

<http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/16553>

Guevara Muñoz, C. A. (2024). Aplicando STEM+G: la Influencia de la Robótica Educativa en las Percepciones de Género en Algunas Zonas Rurales de Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 7315–7331.

https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I1.10074

Hernández-Álvarez, W., Vega-Santofimio, H. D., Gutiérrez-Cárdenas, M. A., & Cuéllar-Guarnizo, J. A. (2021). *Robótica educativa en La Nohora: Una experiencia de innovación social*. Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO.

<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/13361>

Infobae. (2024). *Cuál es la primera red universitaria que fue declarada como territorio STEM en Colombia - Infobae*.

<https://www.infobae.com/colombia/2024/01/23/cual-es-la-primera-red-universitaria-que-fue-declarada-como-territorio-stem-en-colombia/>

INSTITUTO UNNO. (2022). *Transformando la educación en Colombia: el impacto de las Escuelas STEM + - Instituto UNNO*.

<https://unno.uniminuto.edu/transformando-la-educacion-en-colombia-el-impacto-de-las-escuelas-stem/>

Instituto UNNO. (2024). *El Proyecto Territorios STEM+, liderado por el Instituto UNNO y el Ministerio de Educación Nacional, busca fortalecer las prácticas educativas en Colombia mediante la*

innovación y el enfoque STEM+.

<https://unno.uniminuto.edu/territorios-stem-innovacion-educativa-en-colombia/>

López, M. L. L., & Lozano, M. C. (2021). Las habilidades blandas y su influencia en la construcción del aprendizaje significativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 10828–10837.

https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V5I6.1129

Macias Gallo, G. G., Suarez Cañas, A. J., & Mayorga Campi, J. A. (2021). Aplicaciones de las TIC en la educación. *RECIAMUC*, 5(2), 45–56.

[https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/5.\(2\).ABRIL.2021.45-56](https://doi.org/10.26820/RECIAMUC/5.(2).ABRIL.2021.45-56)

Makia. (2024). *Habilidades para el futuro: empoderando a la juventud en Colombia a través de la Ruta STEM*. <https://makaia.org/habilidades-para-el-futuro-empoderando-a-la-juventud-en-colombia-a-traves-de-la-ruta-stem/>

Marques Flores, J., & Ryokiti Homa, A. I. (2022). Educación STEM y robótica educativa como propuesta de enseñanza y aprendizaje en primaria. *Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 1–15.

<https://revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/1427>

MEN. (2023). *Escuelas STEM+*.

<https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/417256:Escuelas-STEM+-Fomentando-el-pensamiento-cientifico-y-tecnologico-en-la-educacion-nacional>

Minciencias. (2019). *Misión de Sabios 2019*.

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/libro_mision_de_sabios_digital_1_2_0.pdf

Minciencias. (2023). *Convocatoria Formación en Doctorados Nacionales (933 de 2023)*.

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/terminos_de_referencia_doctorados_nacionales_2023.pdf

Minciencias. (2024). *Convocatoria Colombia Robótica (959 de 2024)*.

<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/uploa>

d/convocatoria/tdr_convocatoria_colombia_robotica.pdf

MinTIC. (2024). *MinTIC y British Council abren convocatoria para colegios oficiales*.

<https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/334235:MinTIC-y-British-Council-abren-convocatoria-para-colegios-oficiales-del-pais-como-parte-de-Colombia-Programa>

Molina Isaza, J. A. (2023). Aportes de la educación STEM a la enseñanza de las Ciencias en Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1520–1528.

https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I3.6292

Molina Molina, G. A. (2021). Tensiones entre el enfoque educativo STEM y la filosofía escolar: aproximación al estado del arte. *Praxis Pedagógica*, 21(30), 54–81.

<https://doi.org/10.26620/UNIMINUTO.PRAXIS.21.30.2021.54-81>

Murillo-Toscano, J. H. (2022). *Desarrollo de habilidades del pensamiento computacional con apoyo de la metodología STEM en estudiantes con dificultades en problemas de operaciones básicas con números naturales en el grado sexto*. <https://repositorio.udes.edu.co/entities/publication/c9fedd01-fa7d-4a6c-989c-94721d0b3920>

Nemiro, J. E. (2021). Building Collaboration Skills in 4th- to 6th-Grade Students Through Robotics. *Journal of Research in Childhood Education*, 35(3), 351–372.

<https://doi.org/10.1080/02568543.2020.1721621>

Pereira, C. A., & Silva, F. T. de A. (2021). Investigating potentialities of FLL (First LEGO League) competition in school learning process of basic education students. *Revista Observatório*, 7(2), a4en. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2021v7n2a4en>

Portal Colombia Aprende. (2023). *Enfoque educativo STEM+ para Colombia*.

<https://colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>

Portillo Wilches, J. C. (2020). Educación de calidad y currículo: Una mirada desde las tendencias contemporáneas y el papel del docente. *Revista Oratores*, 11, 50–62.

<https://doi.org/10.37594/ORATORES.N11.324>

Ramos-Lizcano, C., Ángel-Uribe, I.-C., López-Molina, G., & Cano-Ruiz, Y.-M. (2022). Elementos centrales de experiencias educativas con enfoque STEM. *Revista Científica*, 45(3), 345–357.

<https://doi.org/10.14483/23448350.19298>

Restrepo-Echeverri, D., Jiménez-Builes, J. A., & Branch-Bedoya, J. W. (2022). Educación 4.0: integración de robótica educativa y dispositivos móviles inteligentes como estrategia didáctica para la formación de ingenieros en STEM. *DYNA*, 89(222), 124–135.

<https://doi.org/10.15446/dyna.v89n222.100232>

Sánchez Sánchez, T., Luis, J., Sánchez, S., Rojo, F., Ceip, A., & Navarro, J. (2020). Influencia de la robótica educativa en la motivación y el trabajo cooperativo en Educación Primaria: un estudio de caso. *International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 2444–2925.

<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i2.6779>

Santos-Moreira, L. L., García-Mera, S. M., Moreno-Arteaga, N. I. D. L. C., Santos-Moreira, L. L., García-Mera, S. M., & Moreno-Arteaga, N. I. D. L. C. (2022). La comunicación en el aula y su influencia en las relaciones interpersonales: Un estudio de caso. *Revista Estudios Del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 10(2).

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322022000200023&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

[01322022000200023&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322022000200023&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1033–1051.

<https://doi.org/10.1007/S10798-018-9483-Y/METRICS>

Taylor, M. S. (2018). Computer Programming with Pre-K Through First-Grade Students with Intellectual Disabilities.

<https://doi.org/10.1177/0022466918761120>, 52(2), 78–88.

<https://doi.org/10.1177/0022466918761120>

Tsai, M. J., Wang, C. Y., & Hsu, P. F. (2019). Developing the Computer Programming Self-Efficacy Scale for Computer Literacy Education. *Journal of Educational Computing Research*, 56(8), 1345–1360.

<https://doi.org/10.1177/0735633117746747>

UNIMINUTO. (2024). *Kristina Reiss visitó el Territorio STEM El Minuto de Dios*.

<https://www.uniminuto.edu/noticias/kristina-reiss-visito-el-territorio-stem-el-minuto-de-dios>

Vargas, E. D., Gallego, A. M., Peláez, O. A., & Arroyave, L. M. (2020). El juego como estrategia pedagógica para la enseñanza de las matemáticas. *Infancias Imágenes*, 19(2).

<https://doi.org/10.14483/16579089.14133>