

## **Robot educativo para niños enfocado en el aprendizaje de operaciones matemáticas básicas según el método PRISMA**

*Educational robot for children focused on learning basic mathematical operations using the PRISMA method*

**Lenin Daniel Ruales Franco, Fanny Catalina Alquina Arequipa, Jessica Andrea Vivanco Correa**

### **Resumen**

El problema de investigación partió de la necesidad de comprender cómo la robótica educativa, aplicada en niños de 5 a 9 años, puede contribuir al aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas en contextos donde aún prevalecen métodos tradicionales que limitan la motivación y la comprensión conceptual. En este sentido, el estudio tuvo como objetivo desarrollar una revisión sistemática sobre robots educativos en niños de 5 a 9 años para conocer su eficacia en operaciones matemáticas básicas y su impacto pedagógico. La metodología aplicada se basó en un enfoque cualitativo con diseño no experimental, siguiendo las directrices PRISMA y la metodología del JBI para la síntesis de evidencia. Inicialmente se identificaron 70 registros, de los cuales, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se analizaron finalmente 18 documentos que cumplieron con los parámetros metodológicos y temáticos definidos. Los resultados mostraron que los enfoques pedagógicos predominantes fueron el aprendizaje activo, el aprendizaje basado en proyectos y la estrategia de “aprender enseñando”, los cuales favorecieron la motivación, redujeron la ansiedad matemática y fortalecieron la comprensión conceptual. Como conclusión, se determinó que la robótica educativa constituye un recurso innovador con alto potencial transformador, siempre que esté alineada a objetivos claros, cuente con docentes capacitados y se respalde con infraestructura adecuada, destacando además la necesidad de estudios longitudinales y mayor investigación en Latinoamérica.

Palabras clave: robótica educativa; operaciones matemáticas; educación primaria; motivación; revisión sistemática.

---

### **Lenin Daniel Ruales Franco**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE | Sangolquí | Ecuador | ldruales@espe.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0001-9226-1632>

### **Fanny Catalina Alquina Arequipa**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE | Sangolquí | Ecuador | fcalquina@espe.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0007-2230-1487>

### **Jessica Andrea Vivanco Correa**

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE | Sangolquí | Ecuador | javivanco3@espe.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0000-5737-794X>

## Abstract

The research problem stemmed from the need to understand how educational robotics, when applied to children aged 5 to 9, can contribute to the learning of basic mathematical operations in contexts where traditional methods still prevail, limiting student motivation and conceptual understanding. This study aimed to conduct a systematic review of educational robotics for 5- to 9-year-olds, focusing on its effectiveness in teaching basic mathematical operations and its pedagogical impact. The methodology used a qualitative, non-experimental approach, following the PRISMA guidelines and the JBI methodology for evidence synthesis. Initially, 70 records were identified; after applying the inclusion and exclusion criteria, 18 documents that met the defined methodological and thematic parameters were analyzed. The results showed that the predominant pedagogical approaches were active learning, project-based learning, and the “learning by teaching” strategy, which fostered motivation, reduced math anxiety, and strengthened conceptual understanding. In conclusion, educational robotics was identified as an innovative resource with high transformative potential, provided it is aligned with clear objectives, implemented by trained teachers, and supported by adequate infrastructure. The study also highlighted the need for longitudinal studies and further research in Latin America.

Keywords: educational robotics; mathematical operations; primary education; motivation; systematic review.

## Introducción

La integración de robots educativos en los currículos de primaria ha surgido en la última década como una estrategia innovadora para promover el aprendizaje temprano. El uso de robots en las aulas no solo estimula la motivación y la curiosidad del alumnado, sino que también sirve como herramienta pedagógica que facilita la conexión entre conceptos abstractos y experiencias prácticas (Alsina & Acosta, 2022). En este sentido, el uso de operaciones matemáticas básicas (suma, resta, multiplicación y división) es una excelente oportunidad para explorar el potencial de los robots educativos, ya que estas habilidades sientan las bases del pensamiento lógico-matemático en primaria (Yuan & Bowen, 2018).

Numerosos estudios han demostrado que los niños de 5 a 9 años se benefician de métodos de aprendizaje activo que integran el juego, la exploración y las tecnologías interactivas (Cacciari, 2022). Durante esta fase del desarrollo cognitivo, caracterizada por la transición del pensamiento preoperacional al concreto-operacional, el aprendizaje con robots educativos puede ser lúdico y estructurado, fomentando la comprensión de conceptos matemáticos. Además, la naturaleza háptica e interactiva de los robots promueve la concentración, la capacidad de resolución de problemas y el aprendizaje continuo, aspectos difíciles de lograr únicamente con métodos tradicionales (Popa & Biclea, 2023).

En Ecuador, el uso de la robótica educativa aún se encuentra en sus etapas iniciales, aunque ya se han observado algunos avances prometedores. Por ejemplo, el Ministerio de Educación en Quito implementó un proyecto piloto en 33 escuelas primarias, apoyando a más de 600 estudiantes mediante la creación de clubes de robótica. En cuanto al uso de la tecnología en la docencia, los estudios muestran que aproximadamente el 60% de los programas de formación docente en Ecuador se centran en el uso pedagógico de las TIC, mientras que el 40% restante se centra en aspectos más técnicos. Sin embargo, esta formación no siempre conduce a la integración efectiva de la tecnología en la enseñanza, lo que revela una discrepancia entre la teoría y la práctica (Ortiz,

2023). Esto evidencia que, a pesar de algunas iniciativas, la adopción de la robótica educativa en las escuelas primarias de Ecuador aún es limitada y se necesita un enfoque más estratégico.

En este contexto, una revisión sistemática de la literatura permite la síntesis y el análisis crítico del conocimiento disponible. Este tipo de estudio no solo ayuda a identificar tendencias y lagunas de conocimiento, sino que también proporciona una base sólida para la toma de decisiones pedagógicas, didácticas y políticas en relación con la integración de las nuevas tecnologías en la educación (Maguiña & Agustín, 2024). En el caso de los niños de 5 a 9 años, las matemáticas se introducen en la educación primaria, y la adquisición de habilidades matemáticas básicas tiene un impacto significativo en el éxito académico posterior, así como en sus competencias científicas y tecnológicas.

Con lo mencionado, el estudio tiene como objetivo desarrollar una revisión sistemática sobre robots educativos en niños de 5 a 9 años para conocer su eficacia en operaciones matemáticas básicas y su impacto pedagógico. Para ello, se va a examinar la literatura científica para identificar los enfoques pedagógicos utilizados en la implementación de robots educativos. Así también, se van a comparar los resultados reportados en diferentes estudios sobre su impacto en el rendimiento académico, motivación y comprensión de la asignatura. Finalmente, se pretende identificar vacíos de conocimiento y desafíos en la integración de la robótica educativa destacando oportunidades para futuras investigaciones.

## **Desarrollo teórico**

### ***Robótica educativa***

La robótica educativa se refiere al uso de robots como herramientas pedagógicas diseñadas para apoyar el aprendizaje de diferentes áreas del conocimiento, especialmente en edades tempranas. No se trata únicamente de acercar a los estudiantes a la tecnología, sino de propiciar experiencias de aprendizaje activas en las que puedan manipular, explorar y construir saberes de manera significativa (Paz et al., 2018). A través de la interacción con los robots, los niños aprenden a relacionar conceptos abstractos con experiencias concretas, lo cual favorece la comprensión de contenidos complejos, como las operaciones matemáticas básicas (Solís et al., 2025).

Asimismo, la robótica educativa tiene la virtud de integrar la enseñanza con el juego, lo que genera un ambiente motivador y estimulante para los estudiantes. Los robots permiten que el niño experimente, cometa errores y los corrija en un entorno seguro, desarrollando no solo competencias académicas, sino también valores como la perseverancia y la creatividad (Torrejón & Ventura, 2019). En este sentido, la robótica no reemplaza la labor del docente, sino que se convierte en un aliado que enriquece la práctica pedagógica y brinda nuevas oportunidades para hacer del aprendizaje un proceso más dinámico, inclusivo y cercano a la realidad de los estudiantes.

Tabla 1. Tipologías de robots utilizados en la enseñanza primaria

| Tipología de robot                | Descripción  | Ejemplos                  | Ventajas pedagógicas   |
|-----------------------------------|--|---------------------------|--|
| Robots programables básicos       | Dispositivos de fácil manejo que siguen instrucciones simples de movimiento y dirección.               | Bee-Bot, Blue-Bot         | Introducen la lógica secuencial, estimulan la concentración y favorecen el aprendizaje lúdico.                       |
| Kits de construcción robótica     | Materiales que permiten armar y programar robots personalizados, integrando piezas físicas y software. | LEGO Education, VEX       | Desarrollan pensamiento crítico, creatividad, habilidades motrices y comprensión de conceptos matemáticos y físicos. |
| Robots sociales e interactivos    | Robots que simulan comportamientos humanos y facilitan la interacción comunicativa.                    | NAO, Cozmo                | Promueven la colaboración, la empatía, la motivación y el aprendizaje en contextos grupales.                         |
| Robots de codificación avanzada   | Plataformas que permiten programar con lenguajes visuales o básicos de programación.                   | Scratch con mBot, Arduino | Refuerzan pensamiento computacional, resolución de problemas y creatividad en proyectos interdisciplinarios.         |
| Robots temáticos para matemáticas | Robots diseñados específicamente para ejercitar operaciones matemáticas y lógica.                      | Matatabot, Cubetto        | Favorecen la comprensión de conceptos abstractos y fortalecen la práctica de operaciones básicas.                    |

Fuente: información tomada de Canto et al. (2025).

### **Rol en la educación STEAM**

El rol de la robótica educativa en la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se centra en integrar estas disciplinas de manera práctica y significativa dentro del aula. A través de los robots, los estudiantes no solo aprenden conceptos aislados, sino que logran relacionar la teoría con la práctica, aplicando la lógica matemática, los principios de la física y el pensamiento tecnológico en la resolución de problemas concretos (Toala et al., 2025). De este modo, se fomenta un aprendizaje interdisciplinario que prepara a los niños para enfrentar los retos del mundo actual, donde las fronteras entre las áreas del conocimiento son cada vez más difusas.

Además, la robótica en STEAM promueve un entorno dinámico en el que la creatividad y la innovación tienen un lugar fundamental. Por ejemplo, cuando los niños construyen y programan un robot, combinan la precisión matemática con la imaginación artística, generando un producto que refleja tanto habilidades técnicas como expresivas (Sánchez, 2019). Este enfoque no solo potencia el desarrollo cognitivo, sino que también fortalece la colaboración, la comunicación y la resiliencia, valores esenciales para la formación integral de los estudiantes.

Tabla 2. Estrategias didácticas tradicionales y limitaciones en la comprensión de conceptos abstractos

| Estrategia didáctica tradicional    | Descripción  | Limitaciones  |
|-------------------------------------|--|---|
| Clases magistrales                  | El docente explica de manera expositiva los contenidos frente al grupo de estudiantes. | Favorecen la memorización pasiva; dificultan la construcción significativa de conceptos matemáticos complejos.  |
| Ejercicios repetitivos en cuadernos | Uso de hojas de trabajo y operaciones repetitivas para reforzar habilidades básicas.   | Generan mecanización del aprendizaje, sin garantizar la comprensión del sentido lógico de las operaciones.      |
| Uso exclusivo de libros de texto    | Material impreso como fuente principal de teoría y ejemplos prácticos.                 | Limita la experimentación y el vínculo con la experiencia real; dificulta la visualización de ideas abstractas. |
| Resolución de problemas estándar    | Planteamiento de ejercicios con procedimientos rígidos y únicos caminos de solución.   | Reduce la creatividad; no fomenta el pensamiento crítico ni la exploración de múltiples alternativas.           |
| Evaluaciones escritas tradicionales | Pruebas de lápiz y papel para medir la memorización y resolución de operaciones.       | Evalúan el resultado final, pero no los procesos cognitivos; generan ansiedad y desmotivación en algunos niños. |

Fuente: información tomada de Alsina & Acosta (2018).

### ***Competencias docentes requeridas para integrar la robótica***

Las competencias docentes requeridas para integrar la robótica en el aula van mucho más allá del simple manejo técnico de un robot (Martínez & Díaz, 2020). El profesor necesita desarrollar habilidades pedagógicas que le permitan transformar la tecnología en una herramienta significativa de aprendizaje. Esto implica comprender cómo adaptar la robótica a los diferentes niveles de desarrollo cognitivo de los niños, planificar actividades que combinen teoría y práctica, y fomentar entornos de aprendizaje colaborativo (Gómez, 2023). Además, el docente debe ser capaz de despertar la curiosidad de los estudiantes, motivarlos a experimentar y acompañarlos en el proceso de descubrir que equivocarse también es parte del aprendizaje.

De igual manera, es fundamental que el profesorado cultive competencias digitales y pensamiento computacional, ya que son la base para diseñar propuestas innovadoras en el aula (Ricca & Ricca, 2021). No obstante, estas competencias deben complementarse con la capacidad de trabajar en equipo, resolver problemas de manera creativa y mantener una actitud abierta frente a los cambios tecnológicos. Integrar la robótica requiere, por tanto, un docente que se conciba como guía y facilitador, que inspire a sus estudiantes a explorar y construir conocimiento en un ambiente dinámico, inclusivo y adaptado a las necesidades de cada niño (Molina, 2021).

## **Metodología**

### ***Enfoque cualitativo***

Se adoptó un enfoque cualitativo, ya que permitió comprender mejor cómo se utiliza la robótica educativa en las clases de matemáticas para niños de 5 a 9 años. Este enfoque se centró no solo en la medición de resultados, también se lo hace en la interpretación de las experiencias, percepciones y significados que se dan en el proceso de aprendizaje. Esto permitió captar las perspectivas de docentes y estudiantes, identificar factores que promueven o dificultan el uso de la robótica y analizar el entorno escolar en el que se utiliza (Guamán et al., 2021).

### ***Diseño no experimental***

Se utilizó un diseño de investigación no experimental, ya que este estudio no manipuló ninguna variable ni influyó directamente en el proceso de enseñanza (Díaz, 2020). Más bien, se centró en analizar y sintetizar estudios existentes sobre el uso de robots educativos. Así también, este diseño fue adecuado porque permitió ‘observación y descripción de la realidad en contextos educativos, destacando resultados, tendencias y limitaciones sin distorsionar las condiciones naturales. Por tanto, se proporcionó una perspectiva objetiva, crítica e integral que considera los datos disponibles promoviendo una mejor comprensión del fenómeno educativo.

### ***Revisión sistemática***

Se desarrollará una revisión sistemática cualitativa (Qualitative Evidence Synthesis, QES) siguiendo las directrices PRISMA 2020 y la metodología del JBI para síntesis cualitativa. Dado que el campo combina estudios cualitativos, mixtos y cuasi-experimentales, se empleará un enfoque convergente-integrativo: la evidencia cuantitativa pertinente se cualificará (transformación de resultados en descripciones narrativas) para integrarla en una síntesis temática. El protocolo se registró en OSF y se compartirá la base de extracción para replicabilidad.

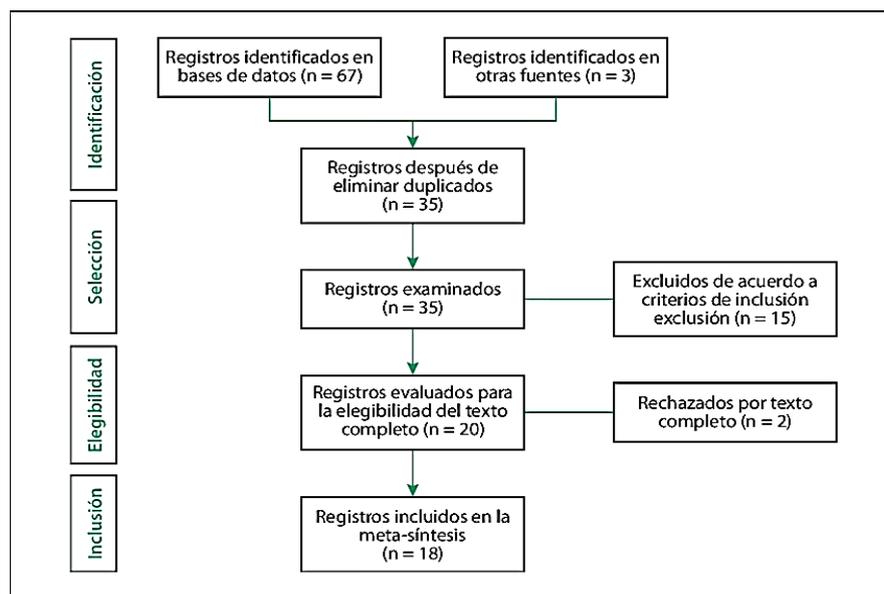
### ***Pregunta de revisión y marco de elegibilidad***

La pregunta de investigación pretende comprender cómo los robots educativos apoyan el aprendizaje de operaciones matemáticas básicas en niños de 5 a 9 años, un grupo de edad crucial para el desarrollo del razonamiento lógico-matemático. Por lo tanto, solo se consideró estudios empíricos que describan experiencias educativas con robots en contextos escolares o extracurriculares, publicados en los últimos diez años y escritos en idiomas de fácil acceso como español, inglés o portugués. Se excluyeron estudios centrados en otros niveles educativos, intervenciones no relacionadas con las matemáticas o enfoques puramente teóricos.

## Proceso de selección de datos

El diagrama PRISMA evidencia de manera ordenada el proceso de selección de los estudios incluidos en la revisión sistemática sobre el uso de robots educativos en el aprendizaje de operaciones matemáticas básicas en niños de 5 a 9 años. Inicialmente se identificaron 70 registros provenientes de bases de datos y otras fuentes, de los cuales, tras eliminar duplicados, se conservaron 35 para el análisis preliminar.

Figura 1. Modelo PRISMA



Fuente: elaboración propia

Posteriormente, al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, 15 artículos fueron descartados por falta de pertinencia y 2 más se rechazaron en la lectura a texto completo por no ajustarse al objetivo de la investigación. Finalmente, quedaron 18 estudios que cumplen con los requisitos metodológicos y temáticos, constituyendo así la base sólida para la síntesis cualitativa. Este proceso asegura transparencia y rigor, garantizando que los hallazgos se construyen a partir de la evidencia más relevante y confiable.

## Criterios de inclusión

Se priorizaron los estudios de investigación que examinaron el uso de robots educativos en niños de 5 a 9 años, especialmente en lo que respecta al aprendizaje de operaciones matemáticas básicas como suma, resta, multiplicación y división. También se consideraron estudios empíricos, ya sean cualitativos, cuantitativos o de métodos mixtos, siempre que aporten datos claros sobre los procesos educativos. Para garantizar una visión completa del tema, se incluyeron publicaciones de los últimos diez años en español, inglés o portugués.

### ***Criterios de exclusión***

Se excluyeron los estudios centrados en grupos de edad fuera del rango de 5 a 9 años, ya que las necesidades cognitivas y educativas difieren en otras etapas educativas. Asimismo, no se incluyeron estudios que utilicen tecnologías digitales sin un robot físico, como simulaciones o aplicaciones puramente virtuales, ya que no cumplen el propósito de analizar robótica educativa. También se excluyó estudios puramente teóricos, comentarios, artículos de revisión sin datos empíricos y estudios que no restrinjan el aprendizaje matemático a operaciones aritméticas básicas. Finalmente, no se incluyó las publicaciones con deficiencias metodológicas graves, falta de información relevante o texto completo inaccesible.

### ***Extracción de datos***

Se utilizó un formulario realizado en Excel de extracción de datos que abarcó aspectos como autor, año, país, tipo de robot utilizado, características de la muestra, duración del uso, estrategias pedagógicas y los principales hallazgos sobre el aprendizaje de operaciones matemáticas básicas. Además, se documentó observaciones sobre motivación del alumnado, rol del docente y respectivas limitaciones de los estudios. Por ello, esta recopilación de datos es realizada de forma independiente por dos revisores, y cualquier discrepancia se resuelve por consenso. Esto garantizó una mayor precisión y fiabilidad.

### **Resultados**

En el apartado de resultados, se presentó de manera sistemática los hallazgos obtenidos tras el proceso de búsqueda, selección y análisis de los estudios incluidos en la revisión. Este segmento busca ofrecer una visión clara y organizada de la evidencia recopilada, mostrando tanto las características de los trabajos como las tendencias comunes en la implementación de la robótica educativa para la enseñanza de las operaciones matemáticas básicas en niños de 5 a 9 años. Asimismo, los resultados permitieron identificar patrones relevantes, diferencias metodológicas y el grado de eficacia reportado en cada contexto, sentando así las bases para la discusión crítica y la identificación de vacíos en la literatura existente.

Tabla 3. Revisión sistemática

| Año de publicación y país | Características metodológicas            | enfoques pedagógicos utilizados en la implementación de robots  | VARIABLES Y RESULTADOS  | vacíos de conocimiento  | desafíos en la integración de la robótica   |
|---------------------------|--|---|---|---|---|
| Suecia (2022).            | Estudio de campo con diseño intra-sujeto | Enfoque de learning-by-teaching (aprender enseñando), donde los niños actúan como tutores frente a un robot o un niño más pequeño, fomentando la explicación, la retroalimentación y la interacción dialogada | Se observaron diferencias en los estilos de tutoría: con el robot tutee, los tutores respondieron a preguntas más desafiantes del robot y utilizaron lenguaje matemático más explícito; | El estudio señala limitaciones por el pequeño tamaño de muestra, la evaluación de efectos reales en el aprendizaje  | Se identificaron retos en claridad de tareas cuando se trabaja con el robot, necesidad de apoyo docente adicional, ambigüedad en las responsabilidades del tutor frente al robot y diferencias en la interacción hombre-robot |
| Rumania (2023).           | Estudio de campo con diseño intra-sujeto | Escenarios de enseñanza apoyada por robots (robot-supported teaching), combinando pensamiento lógico, espacial y estrategia matemática  | Se observó que los escenarios apoyados con robots contribuyeron a aumentar la motivación, reducir la ansiedad matemática y promover una participación más activa                        | El estudio sugiere que se necesita mayor investigación longitudinal, comparaciones entre diferentes tipologías de robot y más datos cuantitativos rigurosos para respaldar los hallazgos                | Se identificaron desafíos relacionados con la adecuada alineación curricular, las limitaciones logísticas en el aula (tiempo, recursos), y la capacitación docente para diseñar e implementar escenarios efectivos            |
| Europa (2023).            | exploratorio                             | Enseñanza apoyada por robot (robot-supported teaching), donde los robots actúan como facilitadores del aprendizaje, mediando ejercicios matemáticos y retroalimentación durante actividades didácticas        | Mejoras en el aprendizaje efectivo de matemáticas: los escenarios con robots favorecieron mayor implicación, refinamiento de competencias   | hacen falta más investigaciones que cuantifiquen los efectos a mediano plazo, que involucren diferentes edades y que documenten más sobre la implementación concreta en diversos contextos escolares    | Se mencionan limitaciones como la necesidad de formación docente especializada, la variabilidad en infraestructura tecnológica entre escuelas   |
| Portugal (2023).          | Meta-análisis                            | Las intervenciones evaluadas usaron robots educativos como complemento al método de enseñanza tradicional, incorporando tareas prácticas, manipulativas y retroalimentación robótica                          | Se halló un efecto moderado y estadísticamente significativo de los robots educativos sobre los resultados de aprendizaje ( $g = 0,57$ )  | El estudio señala alta heterogeneidad ( $I^2 = 82\%$ ) entre los trabajos, lo que sugiere que factores moderadores (nivel educativo, tipo de robot, estrategias pedagógicas) influyen en los resultados | Se mencionan variaciones en duración de intervenciones, diferencias en instrumentos de evaluación y falta de uniformidad metodológica entre los estudios incluidos  |

| Año de publicación y país | Características metodológicas   | enfoques pedagógicos utilizados en la implementación de robots  | VARIABLES Y RESULTADOS  | vacíos de conocimiento   | desafíos en la integración de la robótica  |
|---------------------------|---|---|---|--|--|
| Malasia (2024).           | cuasi-experimental  | Se comparan estrategias con robots educativos frente a métodos tradicionales (presentación + actividad práctica), integrando aprendizaje práctico con manipulación robótica como complemento pedagógico | Se observó una mejora significativa en los logros matemáticos de los alumnos en el grupo con robots (efecto mayor que los métodos tradicionales)                | El estudio indica que la generalización de resultados es limitada por la muestra pequeña y por estar centrado en un solo subtema matemático  | Se mencionan barreras como la falta de estrategias claras de integración, necesidad de capacitación docente, limitaciones tecnológicas                   |
| México (2024).            | Estudio de intervención   | Integración de robótica como herramienta didáctica para enseñar conceptos de matemáticas y ciencias, con actividades que combinan teoría y práctica   | Se reporta que tras la intervención los docentes experimentaron una mejora en su percepción de autoeficacia y confianza para enseñar matemáticas con robótica   | El estudio reconoce que no evalúa directamente el impacto en los estudiantes de primaria (5-9 años), ni realiza mediciones de resultados operacionales matemáticos concretos         | Se mencionan barreras como la disposición y formación de los docentes, recursos técnicos disponibles, resistencia frente al cambio metodológico          |
| Portugal (2024).          | Estudio cualitativo e interpretativo                                    | Tareas matemáticas integrando manipulación/programación del robot al mismo tiempo que se expone el contenido matemático   | Se evidencia que la integración de la robótica obliga a movilizar conocimiento matemático del docente, del currículo y del robot simultáneamente                | El estudio señala que hay una escasez de investigaciones que vinculen directamente el aprendizaje de los estudiantes (especialmente en edades tempranas)                             | Ausencia de experiencia previa de los docentes en formación para integrar tecnología, dificultad para diseñar situaciones didácticas coherentes          |
| 2025                      | Revisión sistemática; análisis de estudios primarios con diseño variado | Aprendizaje activo, exploración guiada, retroalimentación inmediata, tareas manipulativas con robots como mediadores  | Mejora moderada a alta en rendimiento matemático y comprensión conceptual; aumento en motivación del estudiante; efectos heterogéneos según diseño e intensidad | Falta de estudios longitudinales, escasa evaluación del impacto a mediano/largo plazo y poca evidencia en contextos latinoamericanos   | Limitaciones tecnológicas, formación docente insuficiente, costos de implementación, falta de uniformidad metodológica entre estudios                    |
| Ecuador (2025).           | cuantitativo descriptivo  | Aprendizaje activo, contextualización de problemas, trabajo colaborativo con uso del robot como mediador en clases de matemáticas   | reportaron mejoras en la comprensión de conceptos matemáticos   | El estudio indica que se necesita más evidencia sobre resultados cuantitativos rigurosos en operación aritmética básica, estudios longitudinales y diferenciados por edad y contexto | Formación docente insuficiente, limitaciones en infraestructura tecnológica, costos de implementación y escasa continuidad institucionalmente sustentada |

| Año de publicación y país | Características metodológicas | enfoques pedagógicos utilizados en la implementación de robots   | Variables y resultados   | vacíos de conocimiento   | desafíos en la integración de la robótica   |
|---------------------------|-------------------------------|--|--|--|---|
| Ecuador (2025).           | cuantitativo descriptivo      | Se implementó un sistema de actividades con robótica educativa apoyado por aplicaciones como GeoGebra, | Se reporta que el 39,29 % de los participantes asumía con limitaciones la integralidad del concepto de robótica educativa. | Se concluye que el sistema de actividades implementadas “influye positivamente en el desarrollo de destrezas destinadas a la resolución de problemas matemáticos y motivacionales” | Se aconseja llevar un control adecuado de las plataformas durante la aplicación de la robótica, dado que un uso inadecuado puede afectar los resultados del aprendizaje |

Fuente: elaboración propia

### ***Enfoques pedagógicos utilizados en la implementación de robots educativos en la enseñanza de operaciones matemáticas básicas***

La revisión de la literatura muestra que los enfoques pedagógicos empleados en la robótica educativa se centran en metodologías activas que buscan desplazar el rol pasivo del estudiante hacia una participación más dinámica. Los robots no se limitan a ser herramientas tecnológicas, sino que se convierten en mediadores del aprendizaje, promoviendo que los niños construyan significados a partir de la manipulación, la experimentación y la resolución de problemas. En este sentido, investigaciones como la de Gómez (2022), destacan que los escenarios de enseñanza apoyados por robots fomentan la motivación, reducen la ansiedad matemática y facilitan un aprendizaje más efectivo al integrar teoría y práctica.

Asimismo, el enfoque de “aprender enseñando” ha cobrado fuerza en algunos estudios. Alsina & Acosta (2022), evidencian que cuando los niños asumen el papel de tutores frente a un robot, tienden a usar un lenguaje matemático más explícito y a enfrentar preguntas desafiantes que refuerzan su comprensión conceptual. Este hallazgo confirma lo señalado por Yuan y Bowen (2018), quienes planteaban que el aprendizaje se potencia en la interacción social y en la zona de desarrollo próxima, elementos que los robots logran simular al generar retroalimentación inmediata y constante.

Otro enfoque relevante es el del aprendizaje basado en proyectos (ABP), donde los robots son incorporados como parte de tareas integradoras que combinan matemática, tecnología y creatividad. Cacciari (2022), en un estudio ecuatoriano, muestran que la implementación de robótica junto con aplicaciones como GeoGebra o Photomath refuerza la resolución de problemas aritméticos y favorece el trabajo colaborativo. Esta perspectiva coincide con lo expresado por Ortiz (2023), quien sostiene que los entornos de aprendizaje con tecnología deben promover la experimentación, el diseño y la construcción colectiva de conocimiento.

No obstante, la discusión también revela ciertos desafíos. Varios autores, como Paz et al. (2018), señalan que la eficacia de los enfoques pedagógicos con robots depende en gran medida de la capacitación docente y de la coherencia entre el contenido matemático y la actividad tecno-

lógica. En contextos latinoamericanos, este reto es aún más evidente por las brechas de infraestructura y la falta de continuidad institucional, lo que limita el aprovechamiento de experiencias innovadoras.

En síntesis, los enfoques pedagógicos aplicados a la robótica educativa en la enseñanza de operaciones básicas confluyen en tres líneas: aprendizaje activo y lúdico, aprendizaje mediado por la interacción social y aprendizaje basado en proyectos interdisciplinarios. Aunque los resultados son alentadores, la literatura coincide en que aún se requiere profundizar en investigaciones longitudinales que permitan medir el impacto sostenido de estas estrategias y en contextos más diversos, particularmente en América Latina.

### ***Impacto de los robots educativos en el rendimiento académico, la motivación y la comprensión matemática de los niños***

Los estudios revisados coinciden en que el uso de robots educativos tiene un efecto positivo en el rendimiento académico de los niños, especialmente en la adquisición de las operaciones matemáticas básicas. Investigaciones como la de Paz et al. (2018) demuestran que los estudiantes que trabajaron con robots mostraron un progreso significativamente mayor en comparación con aquellos que recibieron clases tradicionales, lo cual evidencia que la manipulación tecnológica favorece la consolidación de aprendizajes. De manera similar, Solís et al. (2025), a través de un metaanálisis, señalan un efecto moderado y estadísticamente significativo de la robótica sobre los resultados de aprendizaje, destacando que los niños logran comprender con mayor facilidad conceptos que antes se les presentaban como abstractos.

En cuanto a la motivación, la literatura es clara en afirmar que los robots despiertan interés y entusiasmo en los estudiantes. Torrejón & Ventura (2019), señalan que la interacción con robots en escenarios matemáticos no solo incrementa la participación activa de los niños, sino que también reduce la ansiedad frente a los números, un factor que suele ser determinante en la continuidad del aprendizaje. Este hallazgo se relaciona con lo expuesto por Canto et al. (2025), en la Teoría de la Autodeterminación, quienes sostienen que la motivación intrínseca aumenta cuando la tarea se percibe como lúdica, retadora y cercana a los intereses del estudiante, condiciones que los robots cumplen de manera efectiva en el aula.

En lo que respecta a la comprensión matemática, los robots permiten vincular lo abstracto con lo concreto, favoreciendo que los niños pasen de memorizar algoritmos a entender el porqué de los procedimientos. Pareto, Toala et al. (2025), demuestran que al interactuar con un robot tutor, los estudiantes utilizan un lenguaje matemático más preciso y reflexivo, lo que fortalece la construcción conceptual. Esta evidencia se relaciona con los aportes de Alsina & Acosta (2018), quien planteaba que el aprendizaje se consolida cuando el estudiante manipula objetos y genera representaciones simbólicas que le permiten internalizar el conocimiento.

No obstante, la discusión también revela ciertos matices, aunque los resultados son alentadores, Martínez & Díaz (2020), en Ecuador advierten que la efectividad de estas experiencias depende de factores como la capacitación docente, el acceso a recursos tecnológicos y la continuidad en el uso de la robótica en el currículo. De esta manera, el impacto positivo en rendimiento, motivación y comprensión matemática puede diluirse si la implementación es puntual o se limita a proyectos aislados.

En síntesis, los robots educativos constituyen un recurso pedagógico que mejora el rendimiento, estimula la motivación y fortalece la comprensión matemática de los niños, siempre que se acompañen de estrategias docentes adecuadas y de condiciones institucionales que aseguren su integración sostenida. La evidencia analizada sugiere que el verdadero desafío no radica únicamente en incorporar la tecnología, sino en garantizar su uso coherente con los objetivos de aprendizaje y el desarrollo integral de los estudiantes.

### ***Vacíos de conocimiento en la integración de la robótica educativa en contextos escolares***

La revisión bibliográfica revela que, a pesar de los avances en la integración de la robótica educativa en la enseñanza de las matemáticas, persisten importantes lagunas de conocimiento que dificultan la adopción generalizada de esta innovación pedagógica en las escuelas. Una de las principales deficiencias es la falta de estudios longitudinales. Si bien la mayoría de las investigaciones, como las de Gómez (2023), reportan mejoras a corto plazo, no analizan si estos efectos se mantienen a largo plazo o si impactan en el aprendizaje matemático más complejo. En este contexto, Molina (2021), enfatizan la necesidad de evaluaciones a largo plazo para medir el impacto duradero de la robótica en el rendimiento académico.

Otra deficiencia evidente es la escasa investigación en Latinoamérica. Si bien existen numerosas experiencias documentadas en Europa y Asia, los estudios en Latinoamérica son menos frecuentes y suelen centrarse en pequeños proyectos piloto (Gómez, 2022). Esto genera una brecha de conocimiento sobre cómo factores contextuales como la disponibilidad tecnológica, la formación docente y las condiciones socioeconómicas influyen en la integración de la robótica en el aula. Alsina & Acosta (2022), advierte que toda innovación educativa debe interpretarse en el contexto de la realidad cultural y material de las escuelas, ya que no todas las estrategias probadas en países desarrollados son directamente transferibles a contextos con menor infraestructura tecnológica.

Además, la revisión revela una falta de coherencia metodológica. Los estudios emplean diseños, instrumentos y métricas diversos, lo que dificulta la comparación de resultados y la construcción de una base de evidencia sólida. Mientras algunos estudios utilizan evaluaciones de rendimiento estandarizadas, otros se basan únicamente en observaciones cualitativas, lo que genera resultados heterogéneos. Según Yuan & Bowen (2018), esta diversidad metodológica dificulta el desarrollo de indicadores comunes que permitan una evaluación más precisa del impacto de la robótica educativa en la enseñanza de las matemáticas.

Asimismo, persisten lagunas en el rol del profesorado en el proceso de implementación. Si bien se reconoce su importancia como facilitadores, pocos estudios analizan en detalle las habilidades y estrategias de formación necesarias para un uso pedagógico consistente y eficaz de la robótica. Esto refuerza la idea de que el éxito de la robótica educativa no depende solo de la tecnología, sino también del contexto humano y organizacional que la sustenta.

Las lagunas de conocimiento identificadas evidencian la necesidad urgente de investigaciones sistemáticas, contextualizadas y comparables que refuercen los hallazgos existentes y permitan que la robótica educativa se consolide no como una innovación puntual, sino como un componente sostenible de la educación matemática.

### ***Desafíos en la integración de la robótica educativa en contextos escolares***

si bien presenta beneficios evidentes, también enfrenta desafíos significativos que condicionan su impacto real en el aprendizaje de las matemáticas. En primer lugar, se observa una brecha en la capacitación docente, pues muchos maestros carecen de formación suficiente para manejar estas herramientas y articularlas con los objetivos curriculares. Popa & Biclea (2023), advierten que, sin un acompañamiento sistemático en el desarrollo profesional docente, la robótica corre el riesgo de convertirse en un recurso aislado y no en un elemento transformador del proceso educativo. Esta situación se refleja de manera particular en Latinoamérica, donde las propuestas de formación continua suelen ser limitadas y desiguales entre instituciones públicas y privadas.

Otro desafío se relaciona con las condiciones materiales y de infraestructura. Estudios como el de Ortiz (2023), en Ecuador señalan que la falta de recursos tecnológicos, la obsolescencia de equipos y las limitaciones en conectividad son barreras frecuentes que impiden una implementación efectiva. Además, la inversión inicial para adquirir robots educativos puede resultar elevada, lo que genera desigualdades entre escuelas con mayor apoyo institucional y aquellas con escasos recursos. Como señala Maguiña & Agustín (2024), la innovación tecnológica en educación solo es sostenible si se acompaña de políticas públicas que garanticen equidad en el acceso y mantenimiento de los recursos.

A estos factores se suma el reto de la adaptación curricular. Aunque diversos estudios reportan mejoras en la motivación y el rendimiento al incorporar robots en matemáticas (Paz et al., 2018), aún no existe un consenso sobre cómo integrarlos de manera orgánica en los planes de estudio. En muchos casos, las experiencias se desarrollan como proyectos extracurriculares o iniciativas aisladas, lo que limita su continuidad y alcance. Esto coincide con lo planteado por Resnick (2017), quien defiende que la tecnología en el aula debe estar vinculada a experiencias significativas y no ser entendida como un complemento superficial.

Finalmente, debe reconocerse que la resistencia al cambio pedagógico constituye otro obstáculo. Algunos docentes y familias perciben la robótica como una distracción o como una complejidad innecesaria frente a los métodos tradicionales. Esta resistencia cultural, señalada por

Torrejón & Ventura (2019), refleja que la innovación educativa requiere no solo de recursos y formación, sino también de un cambio en las creencias y actitudes hacia el aprendizaje mediado por tecnología.

En suma, los desafíos en la integración de la robótica educativa en contextos escolares abarcan desde lo pedagógico y lo tecnológico hasta lo institucional y lo cultural. Superarlos implica avanzar hacia modelos de formación docente más robustos, políticas de inversión sostenibles y una visión educativa que reconozca a la robótica no como un lujo, sino como una herramienta estratégica para desarrollar competencias matemáticas en los niños.

## Discusión

Los hallazgos de la revisión sistemática permitieron afirmar que la robótica educativa constituye un recurso pedagógico innovador que aporta beneficios evidentes en el aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas en niños de 5 a 9 años. La evidencia recopilada mostró que, en contextos tan diversos como Europa, Asia y América Latina, la incorporación de robots ha generado mejoras en el rendimiento académico, una mayor motivación hacia las matemáticas y un fortalecimiento de la comprensión conceptual. No obstante, también se observó limitaciones que invitan a reflexionar sobre la manera en que estas experiencias deben ser implementadas en los contextos escolares.

Los resultados evidenciaron que los enfoques pedagógicos empleados con robots favorecen la participación activa y el aprendizaje significativo. Estrategias como el *learning by teaching* en Suecia o el aprendizaje apoyado por escenarios con robots en Rumania (Canto et al., 2025), confirman que la interacción con estas tecnologías potencia tanto el razonamiento lógico como el uso de un lenguaje matemático más preciso. Esta evidencia respalda teorías constructivistas que defienden la importancia de la manipulación y la interacción social en la construcción del conocimiento.

Así también, se destacó el impacto positivo en la motivación, ya que, varios estudios coinciden en que los robots transforman las matemáticas en un proceso lúdico y atractivo, lo que reduce la ansiedad y fomenta la participación. Sin embargo, la revisión también mostró que este impacto depende en gran medida de la coherencia entre la actividad tecnológica y el contenido curricular, aspecto que aún no está resuelto en todos los contextos. La falta de planificación estructurada puede hacer que la robótica se perciba como un complemento aislado y no como un recurso integral de la enseñanza (Toala et al., 2025).

Por otra parte, los resultados también permitieron identificar vacíos de conocimiento, ya que, la escasez de estudios longitudinales impide conocer si los beneficios observados se mantienen en el tiempo y cómo influyen en aprendizajes matemáticos más complejos (Sánchez, 2019). Además, la literatura latinoamericana, aunque emergente, sigue siendo limitada y en muchos casos se centra en experiencias piloto con muestras pequeñas. Esto genera una necesidad de investigaciones más amplias y representativas que documenten los efectos de la robótica en realidades educativas con menor infraestructura tecnológica, como es el caso de Ecuador.

Finalmente, no se puede obviar los desafíos en la integración puesto que, la falta de capacitación docente, las limitaciones de infraestructura y la resistencia cultural constituyen barreras que condicionan el impacto de la robótica en el aula. Estos aspectos muestran que la innovación tecnológica no puede desvincularse de políticas de formación, inversión y acompañamiento pedagógico que garanticen su sostenibilidad.

De manera general, los resultados sugieren que la robótica educativa es un recurso con alto potencial transformador en la enseñanza de las matemáticas en edades tempranas. No obstante, su efectividad depende de factores pedagógicos, institucionales y contextuales que deben ser cuidadosamente atendidos. El reto, por tanto, no radica únicamente en incorporar robots en el aula, sino en asegurar que su uso esté alineado a objetivos claros de aprendizaje, acompañado de docentes capacitados y apoyado por una infraestructura adecuada.

## Conclusiones

Esta revisión sistemática de la literatura reveló que predominaron los métodos de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en proyectos, el principio de “aprender enseñando” y la instrucción asistida por robots. Estos métodos promovieron la motivación, la participación activa y la comprensión de conceptos complejos. Los robots educativos también demostraron ser valiosas herramientas de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes adquirir conocimientos mediante actividades prácticas, experimentación e interacción social. Sin embargo, el estudio también confirmó que la eficacia de estos enfoques depende de factores como la formación docente, la adaptación curricular y el apoyo institucional. Esto destaca tanto el potencial transformador de la robótica educativa como los desafíos asociados a su integración sostenible en el currículo escolar.

En la comparación de los estudios revisados se concluyó que los robots educativos tuvieron un impacto positivo tanto en el rendimiento académico como en la motivación y la comprensión matemática de los niños. Los resultados reportaron que, frente a metodologías tradicionales, la robótica favoreció un aprendizaje más significativo al transformar operaciones abstractas en experiencias manipulativas y concretas. De igual modo, se constató que la interacción con robots generó un mayor interés y redujo la ansiedad hacia las matemáticas, lo que se tradujo en actitudes más favorables hacia la materia. Sin embargo, también se observó que el grado de impacto varió según el contexto, la estrategia pedagógica empleada y la preparación docente.

Se identificaron diversos vacíos de conocimiento y desafíos en la integración de la robótica educativa en contextos escolares, lo que permitió reconocer áreas de mejora y de exploración futura por lo que, se concluyó que, la mayoría de los estudios se centraron en experiencias de corto plazo, con muestras limitadas y enfoques metodológicos heterogéneos, lo que dificultó generalizar los hallazgos. Asimismo, se constató que la falta de capacitación docente, las limitaciones de infraestructura y la resistencia al cambio pedagógico representaron barreras significativas para su implementación sostenida.

## Referencias

- Alsina, Á., & Acosta, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del pensamiento computacional: una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *Revista Unión*, 218(52), 2–18.
- Alsina, A., & Acosta, Y. (2022). Conectando la educación matemática infantil y el pensamiento computacional: aprendizaje de patrones de repetición con el robot educativo programable Cubetto. *Innovaciones Educativas*, 24(37), 133–148. <https://doi.org/10.22458/ie.v24i37.4022>
- Cacciari, M. (2022). Nome de lugar: Confm. *Revista de Letras*, 45(1), 13–22. <https://doi.org/10.2307/26459823>
- Canto, M., Reguera, S., Manchado, M., & Aragón, E. (2025). El efecto del uso de robots en el aprendizaje de las matemáticas en Educación Infantil. *Comunicar*, 81(33), 103–114. <https://doi.org/10.58262/C81-2025-10>
- Díaz, G. (2020). Metodología del estudio piloto. *Revista Chilena de Radiología*, 26(4), 172–176. <https://doi.org/10.4067/s0717-93082020000400172>
- Gómez, H. (2022). Robótica educativa utilizando el mBot en estudiantes de educación básica. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 13(25), 1–16. <https://doi.org/10.23913/ride.v13i25.1274>
- Gómez, M. (2023). Robots sociales y crecimiento ético en Educación Infantil. *EduTec*, 83(23), 41–54. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.83.2697>
- Guamán, K., Hernández, E., & Lloay, S. (2021). La metodología de la investigación científica. *Revista Conrado*, 17(81), 163–168.
- Maguiña, L., & Agustín, J. (2024). Innovaciones tecnológicas en el aprendizaje de matemáticas en educación básica: revisión sistemática. *REVISTA INVECOM*, 5(3), 1–9.
- Martínez, A., & Díaz, V. (2020). Diseño de un robot educativo para desarrollar el pensamiento lógico matemático en niños de nivel básica. *Revista Memorias*, 7(2), 1–6.
- Molina, J. (2021). La programación para niños: perspectivas de abordaje desde el pensamiento lógico matemático. *Revista internacional de pedagogía e innovación educativa*, 1, 101–123.
- Ortiz, I. (2023). La Robótica en el Área de Matemáticas en Educación Primaria. Una Revisión Sistemática. *EduTec*, 84(64), 1–17. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2889>
- Paz, M., Porlán, I., & Sánchez, F. (2018). Digital competence: A need for university teachers in the 21st century. *Revista de Educación a Distancia*, 7(56), 1–22. <https://doi.org/10.6018/red/56/7>
- Popa, M., & Biclea, D. (2023). Promoting Effective Math Learning with Educational Robots. *Educata*, 21(25), 41–41. <https://doi.org/10.24193/ed21.2023.25.04>
- Ricce, C., & Ricce, C. (2021). Juegos didácticos en el aprendizaje de matemática. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 5(18), 391–404. <https://doi.org/10.33996/revista-horizontes.v5i18.182>
- Sánchez, T. (2019). La influencia de la motivación y la cooperación del alumnado de primaria con robótica educativa: un estudio de caso. *Panorama*, 13(25), 117–140. <https://doi.org/10.15765/pnrm.v13i25.1132>

- Solís, R., Calderón, C., Brenes, J., Chavez, C., & Calderón, J. (2025). Robótica educativa: Un estudio del estado del arte. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 2(40), 55–66. <https://doi.org/10.24215/18509959.40.e6>
- Toala, J., Constante, M., Criollo, N., Tipan, G., & Caicedo, N. (2025). La robótica educativa como estrategia innovadora para potenciar el pensamiento lógico-matemático, la creatividad y la resolución de problemas en estudiantes de Educación Básica. *Revista Multidisciplinar de Estudios Generales*, 4(3), 956–976. <https://doi.org/10.70577/reg.v4i3.207>
- Torrejón, M., & Ventura, N. (2019). Enseñanza-aprendizaje músico-matemático utilizando robótica educativa. *3C TIC: Cuadernos de Desarrollo Aplicados a Las TIC*, 8(3), 12–37. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2019.83.12-37>
- Yuan, J., & Bowen, R. (2018). Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity Through Projects, Passion, Peers, and Play. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2), 1–8. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1797>

## Autores

**Lenin Daniel Ruales Franco.** Master en Ingeniería de Producción, ingeniero en Mecatrónica, Docente de Física y Mecatrónica. Con experiencia en nivelación académica y capacitación técnica. Actualmente Coordinador del área de Física en la Unidad de Admisión de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y docente en la carrera de Pedagogía de la Mecatrónica en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil UTEG. Interesado en didáctica de la ciencia, integración de la tecnología en la educación y desarrollo de proyectos de automatización.

**Fanny Catalina Alquinga Arequipa.** Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones, Docente en la Unidad de Admisión de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, interesada en la investigación, el aprendizaje constante y la aplicación de la ciencia y la tecnología en la educación.

**Jessica Andrea Vivanco Correa.** Magister en Electrónica y Automatización, Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones, Docente en la Unidad de Admisión de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, interesada en la investigación y el desarrollo académico en las áreas de electrónica, automatización y aplicaciones de las matemáticas

## Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.