

Robótica como herramienta inclusiva de aprendizaje matemático rural

Robotics as an inclusive tool for rural mathematical learning

Jefferson Ramiro Frías Moyón, Edwin Gonzalo Barrera Ponce, Maira Lisset Cárdenas Reinozo, Jhoseline Gabriela Frías Moyón

Resumen

Los estudiantes de áreas rurales enfrentan varios retos al aprender matemáticas, sobre todo debido a la falta de metodologías activas e innovadoras y a la escasez de recursos tecnológicos. Esta investigación se centra en cómo la robótica educativa puede ser una estrategia inclusiva para mejorar las habilidades lógico-matemáticas en estudiantes de 5to año de Educación Básica Media en una escuela rural del cantón Sevilla, de Morona Santiago en Ecuador. Se utilizaron dos robots programables; en un diseño cuasi-experimental que incluyó pretest y postest, evaluando los cambios en el rendimiento académico y el tiempo que tardan en resolver problemas. Los resultados, analizados con la prueba t de Student para muestras relacionadas, mostraron mejoras significativas en las calificaciones y una reducción en los tiempos de respuesta, lo que indica una mejor comprensión y agilidad en el razonamiento lógico. Además, se notó un aumento en la motivación, la participación activa y más positiva hacia las matemáticas por parte de los estudiantes.

Palabras clave: Robótica; Educación rural; Matemáticas; Tecnología Educativa; Evaluación del rendimiento.

Jefferson Ramiro Frías Moyón

Ministerio de Educación | Macas | Ecuador | ramiro.frias@educacion.gob.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3338-6996>

Edwin Gonzalo Barrera Ponce

Universidad Estatal Amazónica | Macas | Ecuador | eg.barrerap@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-0225-6129>

Maira Lisset Cárdenas Reinozo

Unidad Educativa Particular Emanuel | Macas | Ecuador | admisiones@emanuel.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-5068-9532>

Jhoseline Gabriela Frías Moyón

Ministerio de Educación | Riobamba | Ecuador | jhosegabi@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-6259-9364>

<https://doi.org/10.46652/runas.v6i11.270>

ISSN 2737-6230

Vol. 6 No. 11 enero-junio 2025, e250270

Quito, Ecuador

Enviado: abril 10, 2025

Aceptado: mayo 25, 2025

Publicado: julio 09, 2025

Continuous Publication

Abstract

Students in rural areas face several challenges when learning mathematics, primarily due to the lack of active and innovative methodologies and the scarcity of technological resources. This research focuses on how educational robotics can be an inclusive strategy to improve logical-mathematical skills in fifth-year students of basic secondary education at a rural school in the Sevilla canton of Morona Santiago, Ecuador. Two programmable robots were used in a quasi-experimental design that included a pretest and posttest, evaluating changes in academic performance and problem-solving time. The results, analyzed using the Student t-test for related samples, showed significant improvements in grades and a reduction in response times, indicating better understanding and agility in logical reasoning. Additionally, an increase in motivation, active participation, and a more positive attitude toward mathematics among students was noted.

Keywords: Robotics; Rural Education; Mathematics; Educational Technology; Performance Assessment.

Introducción

La robótica educativa ha emergido como una herramienta pedagógica clave para el desarrollo de competencias en diversas áreas del conocimiento, particularmente en el ámbito matemático. Su implementación mediante metodologías STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) en contextos rurales representa una oportunidad para mejorar la calidad educativa, promover la inclusión y cerrar brechas de aprendizaje en comunidades con recursos limitados. Este artículo explora el impacto de la robótica como metodología inclusiva a través del entrenamiento en programación de estudiantes de 5to año de Educación Básica Media en una escuela rural de Sevilla, Morona Santiago, con el objetivo de fortalecer sus competencias matemáticas mediante el uso de robots programables como BeeBot y Robot Laberinto.

En Ecuador, las desigualdades educativas entre zonas urbanas y rurales son persistentes. Según datos del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEC (2021), el acceso a internet en hogares rurales alcanza apenas el 37,8%, lo cual limita las posibilidades de innovación pedagógica en estas comunidades. Ante este panorama, implementar metodologías basadas en robótica STEM puede ofrecer una alternativa factible para mejorar el aprendizaje, especialmente en áreas fundamentales como las matemáticas, que presentan índices elevados de bajo rendimiento en pruebas nacionales e internacionales (Ministerio de Educación del Ecuador, 2022).

Uno de los aspectos fundamentales de la robótica educativa es su capacidad para fomentar la inclusión. La enseñanza de las matemáticas a través de experiencias tangibles y visuales puede ser particularmente beneficiosa para estudiantes con dificultades de aprendizaje, ya que reduce la abstracción y permite una comprensión más concreta de los conceptos matemáticos (Bers, 2018). Además, la aplicación de la robótica en entornos rurales puede facilitar la participación de estudiantes que tradicionalmente han estado marginados del acceso a tecnologías avanzadas, contribuyendo a la equidad educativa (Gómez y Martínez, 2021).

El aprendizaje a través de la robótica se alinea con teorías constructivistas y socio-constructivistas, en las que el estudiante se convierte en protagonista de su proceso de aprendizaje. Papert (1993), pionero en el desarrollo de entornos de aprendizaje computacional, propuso la idea de

“construccionismo”, donde los estudiantes aprenden mejor cuando construyen artefactos tangibles en entornos significativos. Este fundamento teórico subyace en muchas experiencias exitosas de robótica educativa en el mundo.

Robótica Educativa en el contexto ecuatoriano

En Ecuador, el uso de robótica educativa ha sido aún limitado, especialmente en el sector rural. Sin embargo, existen esfuerzos aislados y estudios emergentes que evidencian el potencial de esta metodología. El Ministerio de Educación ha promovido en años recientes ferias tecnológicas y concursos como “Robomatrix”, donde estudiantes presentan proyectos de robótica integrando contenidos de matemáticas, física y tecnología. No obstante, estas iniciativas se concentran en zonas urbanas o periurbanas; a continuación, se presenta algunos estudios relevantes que se han realizado dentro de Ecuador.

Una investigación destacada en el ámbito nacional es la de Lalangui y Ordóñez, (2019), quienes desarrollaron un estudio piloto con estudiantes de básica superior en Quito, implementando actividades con el robot LEGO Mindstorms EV3. Los resultados evidenciaron mejoras notables en el rendimiento matemático y en la actitud de los estudiantes hacia las ciencias exactas. Otro estudio de Muñoz y Cedeño (2022), exploró el uso de BeeBot en estudiantes de segundo grado en la ciudad de Manta. Los autores concluyeron que los niños lograron comprender mejor los conceptos de direcciones, sumas y secuencias a través del juego guiado con robots.

En el estudio realizado por Figueroa Olmedo et al. (2025), este evaluó el impacto de talleres de robótica con el robot mBot Neo en estudiantes de octavo y noveno grado en la Península de Santa Elena, usando un enfoque STEAM. El objetivo fue medir mejoras en programación, electrónica y motivación STEM. Se realizaron doce sesiones teórico-prácticas y encuestas pre-post. Los resultados revelaron aumentos notables en la comprensión de sensores, control y programación, así como un mayor interés en áreas STEAM.

Por otra parte, Velastegui Hernandez et al. (2023), mediante un estudio cualitativo, se identificaron los retos y oportunidades de docentes de Ambato al implementar robótica educativa en el currículo. El objetivo fue describir percepciones docentes sobre formación, equidad digital y eficacia pedagógica. Se realizaron entrevistas y grupos focales. Los resultados mostraron que, si bien la robótica mejora la motivación y el aprendizaje colaborativo, la falta de capacitación y recursos tecnológicos en zonas rurales persiste como barrera.

Pisco Gómez et al. (2024), en su investigación en una institución de Manabí Ecuador abordó el uso de robots educativos y dispositivos electrónicos en estudiantes universitarios de informática, con el objetivo de desarrollar habilidades STEA (Ciencia, Tecnología, Electrónica, Arte). Mediante proyectos prácticos, los estudiantes aplicaron conocimientos de electrónica y programación. Los hallazgos indicaron que la metodología activa aumentó significativamente la motivación, la creatividad y el pensamiento crítico.

En la región amazónica, los trabajos aún son incipientes. La investigación de Zhinin y Paredes (2023), en una escuela intercultural bilingüe de la provincia de Pastaza utilizó recursos básicos de robótica para integrar la enseñanza del Kichwa con competencias lógico-matemáticas. Este estudio, aunque limitado en su alcance, mostró resultados alentadores sobre cómo la robótica puede fortalecer el aprendizaje contextualizado, especialmente en comunidades indígenas.

La investigación de Rubio et al. (2020), surge a partir de las prácticas preprofesionales realizadas en Educación Inicial, centradas en el ambiente de aprendizaje de robótica, este estudio cualitativo en Educación Inicial buscó desarrollar una guía de actividades para fomentar el pensamiento computacional en niños de 3 a 5 años mediante robots educativos. A través de observaciones y entrevistas, concluyeron que la robótica en niveles tempranos promueve un desarrollo cognitivo integral y fortalece habilidades lógicas incluso sin formación tecnológica previa.

Además, en las instituciones fiscales urbanas del cantón Morona, se han empezado a experimentar estrategias didácticas que integran la robótica de bajo costo, como los robots LEGO programables a través de tarjetas de comandos. Estas experiencias, aunque aún no han sido sistematizadas en publicaciones indexadas, están siendo documentadas como parte de proyectos de innovación pedagógica impulsados por docentes con formación en tecnologías educativas.

Aplicaciones y beneficios del uso de la robótica en la educación

Se presenta un resumen sobre los trabajos realizados en beneficios del uso de la robótica en la educación a nivel de Ecuador.

Tabla 1. Aplicaciones y beneficios del uso de la robótica en la educación

Aplicación de la robótica	Nivel educativo	Beneficio principal	Evidencia del estudio
Programación básica con Beebot	Educación Inicial y Básica	Mejora de la motricidad fina y el razonamiento espacial.	(Eguchi, 2014).
Retos de lógica con LEGO Mindstorms	Educación Básica Media y Secundaria	Desarrollo del pensamiento computacional y resolución de problemas.	(Alimisis, 2013).
Robótica integrada en Matemáticas	Básica Media	Incremento en el rendimiento matemático y la motivación.	(Benitti, 2012).
Robótica en zonas rurales	Educación Básica (contextos vulnerables)	Inclusión digital y reducción de la brecha educativa.	(González-González et al., 2020).

Fuente: elaboración propia

Brechas y desafíos en la investigación latinoamericana

Pese a los avances mencionados, existen todavía numerosas brechas por superar. La mayoría de estudios se concentran en contextos urbanos y carecen de seguimiento longitudinal que

permita evaluar el impacto a mediano o largo plazo (Cabero-Almenara y Romero-Tena, 2021). Asimismo, los resultados tienden a ser cualitativos o exploratorios, lo que limita su generalización. Es evidente la necesidad de generar evidencia empírica más robusta que vincule la robótica educativa con resultados de aprendizaje concretos en áreas como matemáticas, especialmente en poblaciones vulnerables.

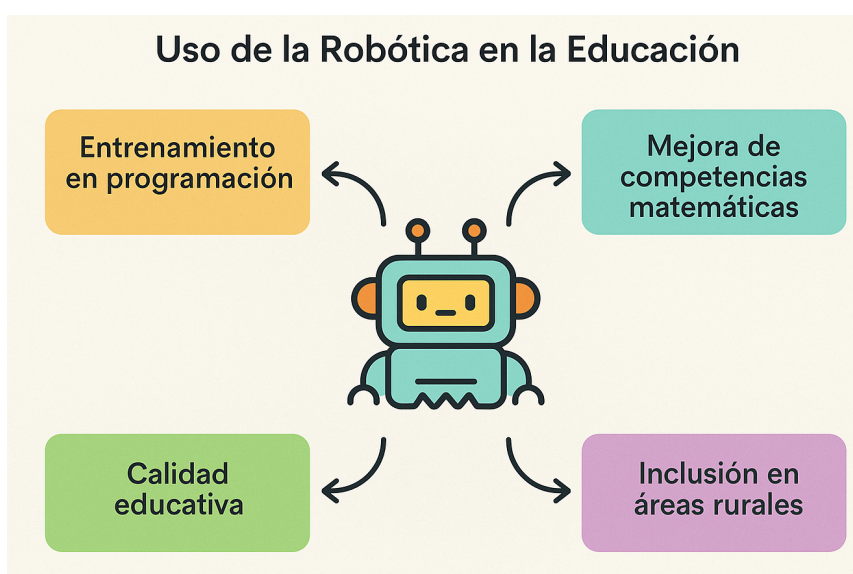
En el contexto ecuatoriano, uno de los principales desafíos es la formación docente. Muchos profesores no cuentan con capacitación suficiente en metodologías STEM ni en el uso de herramientas robóticas. De acuerdo con un informe del Ministerio de Educación en Ecuador (2022), solo el 18% de los docentes de zonas rurales ha recibido formación específica en innovación tecnológica. Otro obstáculo es la escasa dotación de recursos tecnológicos en escuelas rurales, lo cual limita la sostenibilidad de este tipo de proyectos.

Frente a ello, estudios como el de Calderón y Tapia (2022), publicado en (ERIH Plus), recomiendan el uso de kits de robótica de bajo costo, recursos auto construibles y software libre como alternativas viables para contextos con restricciones presupuestarias. Estas herramientas, además, promueven el pensamiento computacional sin depender excesivamente de la conectividad, lo cual es fundamental en zonas amazónicas.

La necesidad de sistematizar experiencias rurales.

Una de las principales motivaciones de esta investigación es precisamente llenar ese vacío: documentar de manera rigurosa el impacto de la robótica STEM en estudiantes de educación básica media de un contexto rural como el cantón Sevilla, en Morona Santiago. Pese a que existen experiencias individuales de docentes que integran la robótica en sus clases, muchas de estas no han sido sistematizadas ni analizadas bajo métodos científicos. Esta situación dificulta su réplica en otras instituciones y limita su reconocimiento como buenas prácticas educativas.

Figura 1. Esquema gráfico sobre el uso de la robótica



Fuente: elaboración propia

La presente investigación, por tanto, busca no solo aportar datos empíricos sobre la efectividad de la robótica en el aprendizaje matemático, sino también posicionar el enfoque STEM como una metodología viable para la inclusión educativa en zonas marginadas. Su finalidad última es demostrar que la tecnología puede ser una aliada poderosa en la reducción de brechas educativas, siempre que se adapte al contexto sociocultural y material de las comunidades.

Objetivo de investigación

Analizar el impacto de la robótica educativa como metodología inclusiva en el fortalecimiento de competencias lógico-matemáticas en estudiantes de 5to año de Educación Básica Media en un contexto rural de la Amazonía ecuatoriana, mediante la implementación de herramientas programables como BeeBot y Robot Laberinto, con el fin de generar evidencia empírica sobre su eficacia como estrategia pedagógica innovadora y contextualizada en comunidades vulnerables.

Metodología

Tipo de investigación

El presente estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental de tipo pretest-posttest con un solo grupo. Este tipo de diseño permite evaluar el efecto de una intervención educativa sobre una variable dependiente específica —en este caso, el desarrollo de competencias lógico-matemáticas— sin necesidad de contar con un grupo de control (Hernández et al., 2014). Esta elección metodológica se justifica por las condiciones contextuales de la investigación, realizada en una institución rural con una población escolar reducida y homogénea.

La intervención consistió en la implementación de una secuencia didáctica con uso de robótica educativa, específicamente con los robots BeeBot y Robot Laberinto, durante un periodo de seis semanas. Los estudiantes participaron en actividades de programación básica y resolución de problemas matemáticos mediante retos lógicos, lo cual permitió vincular habilidades computacionales con contenidos del currículo de Matemáticas para Básica Media.

Población y muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por un total de 15 estudiantes del 5to año de Educación Básica Media pertenecientes a la Unidad Educativa Francisco de Orellana, ubicada en la zona rural del cantón Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago, Ecuador. Debido al tamaño reducido de la población, se optó por una muestra censal, lo cual implica que se incluyó la totalidad de los estudiantes disponibles, eliminando la necesidad de aplicar procedimientos de muestreo probabilístico o no probabilístico. Esta decisión asegura una cobertura integral del grupo meta y favorece la obtención de resultados con alto grado de validez interna (Bisquerra, 2012).

Con el fin de resguardar la validez y confiabilidad del estudio, se establecieron criterios de inclusión y exclusión claramente definidos. Se incluyeron aquellos estudiantes que cumplían con los siguientes requisitos: estar matriculados formalmente en el 5to año de Educación Básica Media, participar activamente en la asignatura de Matemática, y contar con la autorización legal de sus representantes mediante la firma de un consentimiento informado. Además, se consideró la disponibilidad de los estudiantes para completar todos los instrumentos de evaluación antes y después de la intervención pedagógica, que incluyó el uso de robótica educativa como metodología activa de aprendizaje.

Por otro lado, se excluyeron de los análisis aquellos estudiantes cuya asistencia fue irregular durante el periodo de implementación de la propuesta didáctica. La decisión respondió a la necesidad de evitar sesgos en los resultados, dado que una participación intermitente podría comprometer la validez interna del diseño cuasi-experimental aplicado.

Variables e instrumentos de evaluación

Se definieron dos variables principales para el estudio:

- **Variable independiente:** intervención educativa con robótica STEM (BeeBot y Robot Laberinto).
- **Variable dependiente:** desempeño en competencias lógico-matemáticas, evaluado a través de dos pruebas matemáticas prediseñadas.

Ambas pruebas —una administrada antes (pretest) y otra después (postest) de la intervención— fueron construidas con base en los estándares del currículo nacional del Ministerio de Educación del Ecuador (2023), y validadas por juicio de expertos. Las pruebas evaluaron operaciones básicas, resolución de problemas, patrones numéricos y razonamiento lógico.

Además, se midió el tiempo de resolución de los ejercicios como variable auxiliar, con el objetivo de observar cambios en la fluidez y comprensión matemática. Una reducción en el tiempo de ejecución, acompañada de un incremento en la calificación, fue interpretada como señal de mejora en la competencia.

Procedimiento

La intervención educativa se desarrolló en tres fases:

1. **Fase diagnóstica:** aplicación del pretest, observación del desempeño inicial y diagnóstico de necesidades educativas.
2. **Fase de intervención:** implementación de sesiones prácticas con robótica educativa. Se abordaron conceptos matemáticos mediante retos donde los estudiantes debían programar trayectorias, operaciones o soluciones lógicas con los robots.

3. Fase de evaluación: aplicación del postest, medición de tiempos de resolución, y análisis comparativo con los resultados iniciales.

La metodología fue diseñada bajo principios de aprendizaje activo y centrado en el estudiante, permitiendo el trabajo colaborativo y el desarrollo de pensamiento lógico (Resnick, 2017; Papert, 1980).

Resultados

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el software estadístico de licencia libre JASP. Para determinar la significancia estadística de la mejora entre el pretest y posttest, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas (McClave y Sincich, 2017). Esta prueba permite identificar diferencias significativas en medias de dos mediciones relacionadas, siendo adecuada en contextos de intervención educativa (Cohen, 1988).

A continuación, se presenta los respectivos análisis de los resultados estadísticos.

Tabla 2. Estadístico de confiabilidad de la escala frecuente

Estimar	Cronbach's α
Estimación por punto	0.504
IC del 95% límite inferior	-0.079
IC del 95% del límite superior	0.801

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Estadísticos Descriptivos

Indicador	Nota Pretest	Tiempo Pretest (s)	Nota Posttest	Tiempo Posttest (s)
Media (Promedio)	12.47	1214.93 s	17.53	976.87 s
Desviación estándar	3.42	369.50	1.85	239.99
Mínimo	5.00	686.00	15.00	551.00
Máximo	17.00	1594.00	20.00	1283.00
Mediana	12.00	1435.00	18.00	1055.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Contraste de Normalidad (Shapiro-Wilk)

		W	p
Nota Pretest	Nota Posttest	0.948	0.492
NOTA: Los resultados significativos sugieren una desviación respecto a la Normalidad			

Fuente: elaboración propia

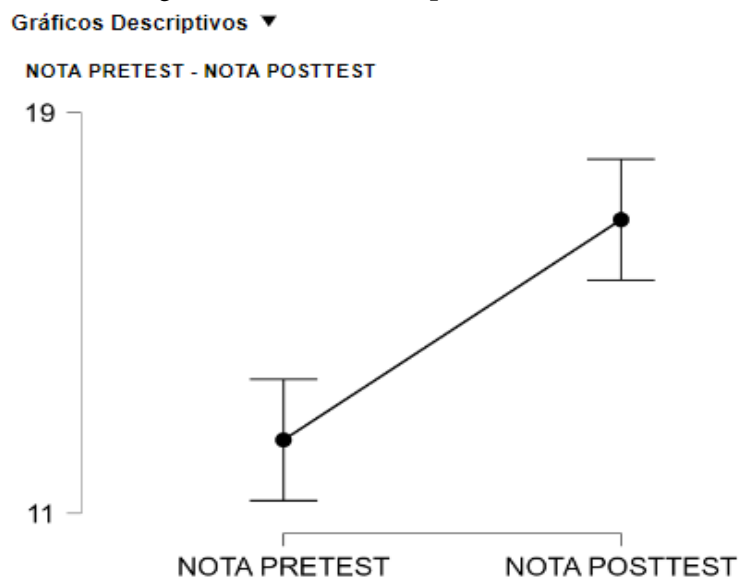
Tabla 5. Contraste t Student entre la Nota Pretest – Posttest

Medida 1	Medida 2	t	gl	p
Nota Pretest	Nota Posttest	-5.516	14	< .001

Fuente: elaboración propia

Se utilizaron casos completos por pares. Los ítems de tiempo pretest y tiempo posttest en segundos se correlacionan negativamente con la escala.

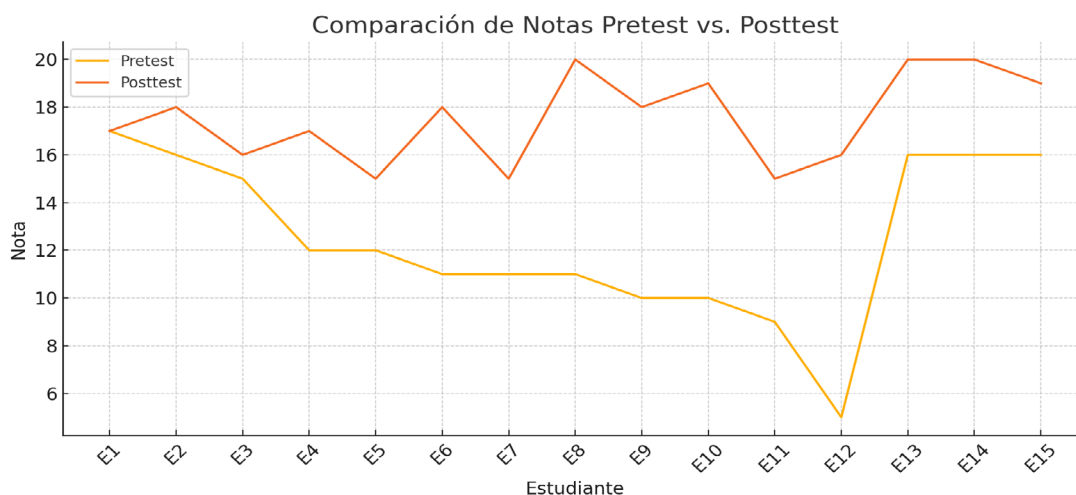
Figura 2. Grafica descriptiva de barras



Fuente: elaboración propia

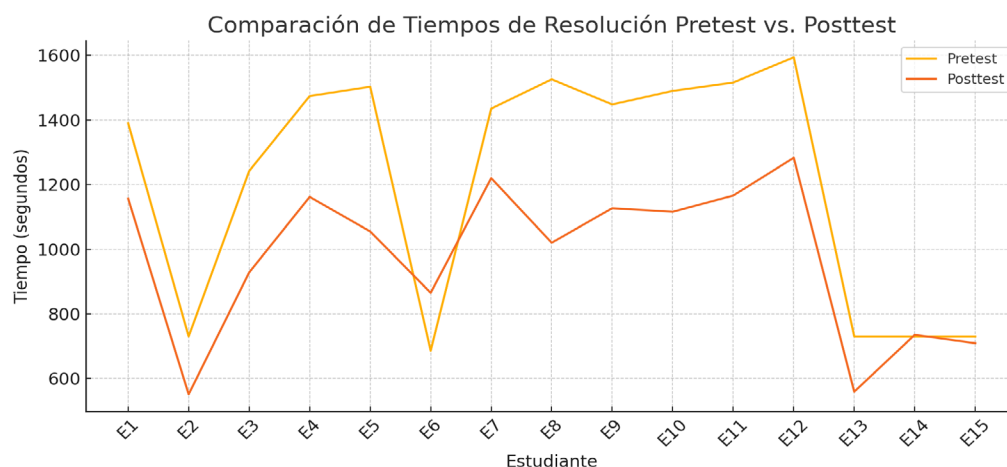
A continuación, se muestra un gráfico comparativo entre los puntajes obtenidos en el pretest y el posttest por los 15 estudiantes participantes:

Figura 3. Comparación de Notas Pretest vs Posttest



Fuente: elaboración propia

Figura 4. Comparación de Notas Pretest vs Posttest



Fuente: elaboración propia

Discusión

A partir del análisis cuantitativo realizado, se interpretan los hallazgos en función de los objetivos planteados, contrastando los resultados obtenidos con la literatura científica relevante. Esta sección permite comprender cómo la robótica educativa, como estrategia metodológica inclusiva, impactó en el desarrollo de competencias matemáticas en estudiantes de un contexto rural amazónico. Asimismo, se analizan las implicaciones pedagógicas, tecnológicas y socioeducativas derivadas de la intervención, considerando tanto los avances observados como las limitaciones detectadas durante el proceso.

Análisis de confiabilidad de Datos

El análisis de confiabilidad de los datos mediante el coeficiente de Cronbach α en la tabla 2 arrojó un valor de 0.504, lo cual indica una consistencia interna moderada de la escala utilizada en la investigación. Si bien no alcanza el umbral óptimo de 0.70 recomendado por autores como George y Mallery (2003), se encuentra dentro de un rango aceptable considerando el tamaño reducido de la muestra (15 estudiantes).

El intervalo de confianza del 95% varía entre -0.079 y 0.801, lo que refleja cierta inestabilidad estadística, posiblemente atribuible a la cantidad limitada de ítems o participantes. Se sugiere mejorar el instrumento en futuras aplicaciones.

Estadísticos descriptivos

La Tabla 3 evidencia mejoras sustanciales en los resultados de los estudiantes tras la intervención con robótica educativa. En cuanto a las calificaciones, la media aumentó de 12.47 a 17.53 puntos, con una reducción en la desviación estándar, lo que sugiere un desempeño más homogé-

neo entre los participantes. Asimismo, el tiempo medio de resolución de las evaluaciones disminuyó significativamente de 1214.93 segundos a 976.87 segundos, evidenciando una mayor fluidez y comprensión de los contenidos matemáticos.

La disminución en la mediana del tiempo posttest también indica un cambio positivo en la mayoría de los estudiantes. Estos resultados reflejan no solo un incremento en el rendimiento académico, sino también una mejora en la velocidad y precisión del razonamiento lógico-matemático. Se concluye que la implementación de la robótica como metodología inclusiva tuvo un impacto favorable, especialmente en un entorno rural con limitaciones tecnológicas, demostrando su potencial para reducir brechas educativas y fortalecer competencias clave.

Contraste de normalidad

La tabla 4 presenta los resultados del contraste de normalidad Shapiro-Wilk, aplicado a la diferencia entre las notas del pretest y posttest. El estadístico $W = 0.948$ y el valor $p = 0.492$ indican que no se encontró evidencia estadísticamente significativa para rechazar la hipótesis nula de normalidad. En otras palabras, los datos sí siguen una distribución normal.

Esta validación es importante, ya que la prueba t de Student para muestras emparejadas asume normalidad en la diferencia de las mediciones. Al cumplirse esta condición, se valida estadísticamente el uso de dicha prueba, y los resultados obtenidos anteriormente (una diferencia significativa entre pretest y posttest) son estadísticamente confiables. El contraste de normalidad respalda la validez de los análisis realizados en la investigación.

Contraste t Student

La tabla 5 muestra los resultados de una prueba t de Student para muestras emparejadas, aplicada a las Notas del pretest y posttest de un grupo de 15 estudiantes. El valor de $t = -5.516$ con $gl = 14$ (grados de libertad) y un valor $p < .001$, indica que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambas mediciones. Es decir, las calificaciones obtenidas por los estudiantes mejoraron significativamente después de la intervención aplicada en tu estudio.

Este resultado implica que la intervención pedagógica mediante el uso de robots para mejorar las competencias matemáticas en los alumnos del 5to año de Educación Básica Media, tuvo un efecto positivo y medible sobre el rendimiento académico del grupo. Dado que el valor p es menor al umbral típico de 0.05, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que las diferencias observadas no se deben al azar.

Esta evidencia estadística fortalece la investigación, ya que respalda empíricamente la efectividad de la estrategia aplicada, mostrando un impacto real en el aprendizaje de los estudiantes.

Gráfica descriptiva de barras

En la figura 2 se presenta un gráfico descriptivo con barras de error, que compara las medias de las Notas pretest y posttest. Visualmente, se observa un aumento notable en las notas después de la intervención, lo que sugiere una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes. Las barras verticales indican los intervalos de confianza, y al no solaparse entre sí de forma considerable, refuerzan la idea de una diferencia significativa entre ambas mediciones.

Este comportamiento gráfico es consistente con los resultados del contraste t de Student para muestras emparejadas, donde se encontró un valor $t = -5.516$ y un $p < .001$, lo que demuestra una mejora estadísticamente significativa en las notas tras la intervención. Además, la normalidad de los datos fue confirmada mediante la prueba de Shapiro-Wilk ($p = 0.492$), validando el uso de este contraste paramétrico.

Este análisis permite afirmar con confianza que la estrategia educativa aplicada en tu investigación fue efectiva. Esto aporta evidencia empírica sólida al estudio, demostrando que la intervención implementada generó un impacto positivo y significativo en el aprendizaje de los estudiantes.

Gráfica de comparación de notas pretest y posttest

La figura 3 de comparación de notas entre el Pretest y el Posttest muestra una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes tras la implementación de la intervención basada en robótica educativa. La mayoría de los alumnos incrementaron sus calificaciones, evidenciando un desarrollo notable en sus habilidades lógico-matemáticas.

La mejora en las notas refleja no solo una mayor comprensión de los contenidos, sino también un mayor compromiso y motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de matemáticas. La intervención, que utilizó robots programables como BeeBot y Robot Laberinto, logró traducir conceptos abstractos en experiencias tangibles, facilitando el aprendizaje activo y significativo.

Gráfica de comparación de tiempos pretest y posttest

La figura 4, comparativa de tiempos Pretest y Posttest revela una tendencia general de disminución en los tiempos de resolución tras la intervención de la metodología utilizada. Esta mejora en la fluidez indica que los estudiantes, no solo comprendieron mejor los conceptos matemáticos, sino que también los aplicaron con mayor rapidez.

La reducción del tiempo de resolución sugiere un incremento en la automatización del razonamiento lógico-matemático, aspecto clave en el desarrollo de competencias. Estos resultados evidencian la eficacia de la robótica como metodología inclusiva y significativa en contextos rurales con acceso tecnológico limitado.

La visualización muestra un aumento consistente en las calificaciones después de la intervención, lo que corrobora la hipótesis de que el uso de robótica educativa mejora el desempeño matemático.

Conclusión

Los resultados de esta investigación permiten concluir que la robótica educativa constituye una metodología didáctica eficaz para fortalecer competencias lógico-matemáticas en estudiantes de 5to año de Educación Básica Media en contextos rurales, específicamente en la Amazonía ecuatoriana. La aplicación de un diseño cuasi-experimental con pretest y posttest evidenció mejoras tanto en el rendimiento académico como en los tiempos de resolución de problemas matemáticos. Estas mejoras no solo fueron cuantitativas, reflejadas en el aumento de las notas, sino también cualitativas, observadas en la mayor fluidez, seguridad y disposición al aprendizaje por parte de los estudiantes.

La implementación de herramientas de robótica programable, como BeeBot y Robot Laberinto, demostró ser pertinente y adaptable al contexto rural, incluso en instituciones educativas que carecen de computadoras y cuyo acceso a Internet es limitado. Esta investigación resalta que el aprendizaje mediado por tecnología no depende exclusivamente de la infraestructura informática, sino también de la creatividad pedagógica y la formación docente en metodologías activas e inclusivas.

Además, se comprobó que la robótica educativa contribuye al cierre de brechas educativas, particularmente aquellas que afectan a estudiantes de zonas rurales con menor acceso a recursos tecnológicos. La inserción curricular de la robótica en áreas del tronco común como Matemática, Literatura, Ciencias Naturales y Estudios Sociales permite una transversalidad pedagógica que favorece aprendizajes significativos, interdisciplinarios y culturalmente contextualizados.

Finalmente, entre las principales limitaciones de este estudio se encuentra el tamaño reducido de la muestra, lo cual limita la generalización de los resultados a otras realidades educativas rurales del Ecuador. Además, la duración breve de la intervención impidió observar efectos a largo plazo en el rendimiento académico y en otras competencias transversales como la colaboración, la resolución de problemas o la creatividad. Futuros estudios podrían ampliar el alcance poblacional e incorporar análisis longitudinales que permitan evaluar el impacto sostenido de la robótica educativa en distintos niveles del sistema educativo. Asimismo, se recomienda explorar el uso de tecnologías móviles de bajo costo, así como la incorporación de saberes locales en el diseño de actividades robóticas, con el fin de promover una educación contextualizada, intercultural y verdaderamente transformadora.

Referencias

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Alimisis, D. (2019). Educational Robotics: Open Questions and New Challenges. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2(16), 1-12.
- Arancibia, M., y Contreras, R. (2019). Robótica educativa en el primer ciclo básico: una estrategia para el desarrollo de habilidades STEM. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 2(21), 45-62.
- Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 3(58), 978-988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Bers, M. (2018). Coding as a literacy for all children: Teaching computational thinking through robotics. *International Journal of STEM Education*, 2(5), 1-9.
- Bisquerra, R. (2012). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.
- Cabero-Almenara, J., y Llorente-Cejudo, C. (2020). Educational technology as a means of reducing educational inequality: The digital divide in rural areas. *Technology, Pedagogy and Education*, 5(29), 573-588.
- Cabero-Almenara, J., y Romero-Tena, R. (2021). Inclusión digital y tecnología en entornos rurales: una revisión crítica. *Comunicar*, 67(29), 9-18. <https://doi.org/10.3916/C67-2021-01>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. McGraw-Hill.
- Eguchi, A. (2014). *Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation*. Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education.
- Eguchi, A. (2017). Bringing Robotics in Classrooms: Innovations in STEM Education through Educational Robotics. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 1(29), 1-10.
- Fabro, S., y Fernández, L. (2021). Evaluación del impacto del programa “Escuelas del Futuro” en zonas rurales argentinas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 12(33), 99-118. <https://doi.org/10.22201/iissue.20072872e.2021.33.583>
- Figuroa Olmedo, J. R., Montaña Blacio, M. A., Jaramillo Chamba, D. A., y Figuroa Olmedo, C. V. (2025). Impacto de la robótica educativa en habilidades de programación y electrónica con enfoque STEAM. *Revista Científica Unanchay*, 4(1), 21-39.
- George, D., y Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Allyn & Bacon.
- Gómez, R., y Martínez, L. (2021). *Impacto de la robótica educativa en la educación inclusiva: Un análisis desde el contexto rural*. ErihPlus.
- González-González, C., Toledo-Delgado, P., Collazos, C., y Muñoz-Cristóbal, J. (2020). Robotics in rural schools: Promoting STEM learning and inclusion. *Education and Information Technologies*, 25(1), 4205-4225. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10164-9>

- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Kim, S., Park, H., y Lee, J. (2021). The Effect of Educational Robotics on Learning Mathematics in Rural Schools. *Journal of STEM Education*, 3(12), 45-60.
- Lalangui, R., y Ordóñez, P. (2019). Aplicación de robótica educativa para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en educación básica. *Revista Científica Yachana*, 2(8), 77-88.
- McClave, J., y Sincich, T. (2017). *Statistics*. Pearson.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2023). *Currículo Priorizado de Educación General Básica y Bachillerato*.
- Morocho Maji, J., y Benites Encarnacion, M. (2023). *Robótica educativa para el desarrollo de lengua kichwa en estudiantes de primer año de la Unidad Educativa Kichwakunapak Amawta Yachay*. Universidad Técnica de Machala.
- Muñoz, D., y Cedeño, J. (2022). Robótica educativa para mejorar la comprensión de secuencias y sumas. *Educación y Ciencia*, 3(25), 64-81.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Paredes, A., y Rodríguez, R. (2022). *Innovación y tecnología en el aula rural: El uso de la robótica educativa en Ecuador*.
- Pisco Gómez, P. Á., Mero Suárez, K. V., Cedeño Ferrin, J. A., y Merchán Carreño, E. J. (2024). Estrategias metodológicas aplicadas en la electrónica y robótica educativa para el aprendizaje en los estudiantes. *Revista Científica Journal TechInnovation*, 2(3), 70-76. <https://doi.org/10.47230/Journal.TechInnovation.v3.n2.2024.70-76>
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.
- Rubio, G., Guaraca, P., y Amaya, P. (2020). Desarrollo del pensamiento computacional: robots educativos en el ambiente de aprendizaje de robótica en Educación Inicial. *Revista de divulgación de experiencias pedagógicas Mamakuna*, 40, 24-42. <https://doi.org/10.70141/mamakuna.14.351>
- Santos, R., Oliveira, M., y Ramos, J. (2020). Impact of Educational Robotics in Brazilian Public Schools. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 4(10), 119-134. <https://doi.org/10.3991/ijep.v10i4.15055>
- Torres, C., y Gutiérrez, M. (2020). Experiencias con robótica educativa en zonas rurales colombianas. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 2(19), 56-74.
- Velastegui Hernandez, R. S., Robayo Moya, R. S., Ramírez Ortega, K. R., y Miranda Villacis, J. J. (2023). Implementación de la robótica Educativa en el aula retos y oportunidades para los docentes. *Revista Ciencia Innovadora*, 2, 54-65.

Autores

Jefferson Ramiro Frías Moyón. Ingeniero Electrónico en Control y Redes Industriales; Poseo títulos de Magíster en Electrónica, Automatización y Magister en Gestión, Dirección e Innovación Educativa. Docente de Matemáticas, Robótica Educativa, Electrónica y Vicerrector Académico del Ministerio de Educación.

Edwin Gonzalo Barrera Ponce. Magister en pedagogía, diploma superior en pedagogía, licenciado en ciencias de la educación mención educación general básica con énfasis en lenguaje y comunicación, Docente de Lengua y literatura en Bachillerato, y Sociología en la Universidad Estatal Amazónica.

Maira Lisset Cárdenas Reinozo. Estudiante de maestría en pedagogía, ingeniera en turismo, profesora de educación primaria-nivel tecnológico, Coordinadora de Admisiones de la Unidad Educativa Particular Emanuel.

Jhoseline Gabriela Frías Moyón. Ingeniera Química Industrial; Poseo una Maestría en Gestión, Dirección e Innovación Educativa. Me desempeño Docente de Química, Seguridad Industrial, 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.