

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y  
Humanidades, Asunción, Paraguay**

ISSN en línea: 2789-3855, 2026

**Efectos del aprendizaje basado en proyectos  
mediado por robótica educativa en el pensamiento  
crítico y la resolución de problemas en estudiantes  
de bachillerato rural**

Efectos del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa en el pensamiento crítico y la resolución de problemas en estudiantes de bachillerato rural

**Martha Ibarra Freira**

mibarraf1@unemi.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-3272-6856>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro – Ecuador

**Mariuxi Rojas Siguenza**

mrojass3@unemi.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0003-2869-123X>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro-Ecuador

**José Arístides Ibarra Freire**

Jibarraf2@unemi.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0009-3147-1829>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro – Ecuador

**Carla Mabel Bracho Ibarra**

carla.bracho@educacion.gob.ec  
<https://orcid.org/0009-0000-0780-3031>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro – Ecuador

**Diana Maricela Vicuña Mero**

maricela.vicuna@docentes.educacion.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0000-9237-0209>  
U.E. Ismael Pérez Pazmiño  
Milagro – Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i3.6009>

**Artículo recibido:** 27 de enero de 2026.  
**Aceptado para publicación:** 15 de junio de 2026.  
**Conflictos de Interés:** Ninguno que declarar.

  
**Redilat**  
Red de Investigadores  
Latinoamericanos

  
**LATAM**

Revista Latinoamericana de  
Ciencias Sociales y Humanidades

**VOLUMEN VII**

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i3.6009>

## **Efectos del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa en el pensamiento crítico y la resolución de problemas en estudiantes de bachillerato rural**

Efectos del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa en el pensamiento crítico y la resolución de problemas en estudiantes de bachillerato rural

**Martha Ibarra Freira**

mibarraf1@unemi.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-3272-6856>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro – Ecuador

**Mariuxi Rojas Siguenza**

mrojass3@unemi.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0003-2869-123X>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro-Ecuador

**José Arístides Ibarra Freire**

Jibarraf2@unemi.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0009-3147-1829>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro – Ecuador

**Carla Mabel Bracho Ibarra**

carla.bracho@educacion.gob.ec  
<https://orcid.org/0009-0000-0780-3031>  
Universidad Estatal de Milagro  
Milagro – Ecuador

**Diana Maricela Vicuña Mero**

maricela.vicuna@docentes.educacion.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0000-9237-0209>  
U.E. Ismael Pérez Pazmiño  
Milagro – Ecuador

Artículo recibido: 27 de enero de 2026. Aceptado para publicación: 15 de junio de 2026.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**

En un contexto educativo marcado por limitaciones estructurales y persistentes brechas en el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas, se analizó la influencia del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa en estudiantes de bachillerato de una institución pública rural del cantón Marcelino Maridueña, mediante un enfoque cuantitativo con diseño cuasi experimental de tipo pretest–postest en un solo grupo; la muestra estuvo conformada por 60 estudiantes (23 mujeres y 37 hombres), a quienes se aplicó un cuestionario estructurado con escala Likert cuya confiabilidad alcanzó un Alfa de Cronbach de 0.89; la intervención se desarrolló a través de actividades de educación no formal en robótica educativa bajo el enfoque de aprendizaje basado en proyectos, donde los estudiantes diseñaron y ejecutaron proyectos enfrentando desafíos de programación y resolución de problemas; los resultados evidenciaron incrementos en las medias de pensamiento crítico (2.31 a 3.68) y resolución de problemas (2.45 a 3.75), con diferencias


estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) y tamaños del efecto grandes ( $d = 0.85$  y  $d = 0.89$ ), además de un desplazamiento hacia niveles altos de desempeño y una correlación positiva fuerte entre ambas variables ( $r = 0.76$ ); se concluyó que la estrategia se asocia con mejoras en habilidades cognitivas de orden superior, condicionadas por la mediación pedagógica y el contexto educativo, aportando evidencia sobre el uso de metodologías activas con tecnología en entornos rurales.

*Palabras clave:* aprendizaje basado en proyectos, robótica educativa, pensamiento crítico, resolución de problemas, educación rural

## Abstract

In an educational context characterized by structural limitations and persistent gaps in the development of critical thinking and problem-solving skills, this study analyzed the influence of project-based learning mediated by educational robotics among high school students in a rural public educational institution in Marcelino Maridueña, using a quantitative approach with a quasi-experimental pretest–posttest design; the sample consisted of 60 students (23 females and 37 males), and a structured Likert-scale questionnaire was applied, reaching a Cronbach's alpha of 0.89; the intervention was implemented through non-formal robotics-based project learning activities in which students developed projects involving programming and problem-solving challenges; results showed increases in mean scores for critical thinking (2.31 to 3.68) and problem-solving (2.45 to 3.75), with statistically significant differences ( $p < 0.001$ ) and large effect sizes ( $d = 0.85$  and  $d = 0.89$ ), along with a shift toward higher performance levels and a strong positive correlation between variables ( $r = 0.76$ ); it was concluded that the strategy is associated with improvements in higher-order cognitive skills, conditioned by pedagogical mediation and contextual factors, providing evidence on the use of active methodologies supported by technology in rural settings.

*Keywords:* project-based learning, educational robotics, critical thinking, problem solving, rural education

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Ibarra Freira, M., Rojas Siguenza, M., Ibarra Freire, J. A., Bracho Ibarra, C. M., & Vicuña Mero, D. M. (2026). Efectos del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa en el pensamiento crítico y la resolución de problemas en estudiantes de bachillerato rural. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (3), 1141 – 1156. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i3.6009>

## INTRODUCCIÓN

La discusión contemporánea sobre la calidad de los aprendizajes en el bachillerato latinoamericano vuelve, con insistencia incómoda, sobre un punto neurálgico: la fragilidad del pensamiento crítico y la limitada transferencia de saberes hacia la resolución de problemas complejos (López-Aymes, 2022; Facione, 2020). En contextos rurales, esta tensión no solo persiste, sino que se agudiza por condiciones estructurales que restringen el acceso a experiencias educativas mediadas por tecnología y metodologías activas (UNESCO, 2023; CEPAL, 2022).

En el cantón Marcelino Maridueña, dicha problemática se materializa en estudiantes que evidencian dificultades para analizar información, establecer relaciones lógicas y formular soluciones fundamentadas, lo que repercute de manera directa en su desempeño académico. ¿Cómo sostener, entonces, un discurso de innovación educativa cuando las prácticas en aula siguen ancladas en modelos transmisivos y fragmentados? La pertinencia de explorar el aprendizaje basado en proyectos (ABP) con robótica educativa emerge en ese punto de fricción: no como una panacea, sino como una alternativa cuya eficacia aún demanda ser interrogada en contextos específicos (García-Valcárcel & Basilotta, 2022; Hmelo-Silver, 2023).

La literatura reciente en español revela avances, aunque no exentos de ambigüedades. Investigaciones desarrolladas en Iberoamérica sostienen que el ABP favorece el desarrollo de habilidades superiores al situar al estudiante frente a problemas auténticos y promover procesos de indagación, colaboración y reflexión (García-Valcárcel & Basilotta, 2022; Trujillo, 2022).

Sin embargo, otros estudios advierten que su impacto depende menos del diseño formal de los proyectos y más de la mediación docente y las condiciones institucionales, lo que introduce una variabilidad difícil de controlar (Area-Moreira et al., 2023; Coll, 2023). A esto se suma que la implementación en contextos rurales suele enfrentarse a limitaciones de infraestructura y formación docente, lo cual relativiza los resultados reportados en entornos urbanos.

En paralelo, la robótica educativa ha sido presentada como un catalizador del pensamiento computacional y la resolución de problemas, al integrar programación, diseño y experimentación en entornos de aprendizaje activos (Cabero-Almenara et al., 2022; Benitti, 2012/actualizado en revisiones recientes). No obstante, ciertas investigaciones recientes sugieren que su impacto real depende de la intencionalidad pedagógica con la que se articula al currículo, evitando caer en prácticas instrumentales centradas en el dispositivo más que en el aprendizaje (Moreno-Guerrero et al., 2023; Toh et al., 2023). Surge así una tensión evidente: la tecnología, lejos de ser neutral, puede reforzar prácticas tradicionales si no se acompaña de una transformación didáctica profunda.

Aun cuando múltiples estudios destacan la relación positiva entre metodologías activas y desarrollo del pensamiento crítico, persiste una inconsistencia en los resultados empíricos. Algunos autores señalan mejoras significativas en habilidades de análisis e inferencia, mientras que otros reportan efectos modestos o incluso irrelevantes cuando las estrategias no se implementan con fidelidad pedagógica (Sánchez-Caballé et al., 2022; Hattie, 2023). Esta divergencia obliga a cuestionar la supuesta universalidad de dichas metodologías y a examinar con mayor rigor su aplicabilidad en contextos específicos como el rural ecuatoriano.

Desde una perspectiva más amplia, el pensamiento crítico ha sido conceptualizado como una competencia compleja que involucra procesos cognitivos de orden superior, tales como el análisis, la evaluación y la argumentación (López-Aymes, 2022; Facione, 2020). Sin embargo, su desarrollo en el ámbito escolar suele reducirse a ejercicios descontextualizados que poco contribuyen a su transferencia a situaciones reales (Ennis, 2018/ediciones vigentes). En consecuencia, la resolución de

problemas se ve limitada por la incapacidad de los estudiantes para articular conocimientos y estrategias de manera coherente.

En este escenario, el problema de investigación se delimita con precisión: los estudiantes de bachillerato de una institución educativa pública rural presentan un desarrollo insuficiente del pensamiento crítico y de la resolución de problemas, evidenciado en su limitada capacidad para analizar, inferir y argumentar frente a situaciones académicas y contextuales. Esta insuficiencia no puede atribuirse exclusivamente a factores individuales; más bien, remite a una convergencia de prácticas pedagógicas tradicionales, escasa integración tecnológica significativa y oportunidades restringidas para el aprendizaje activo (CEPAL, 2022; UNESCO, 2023).

La cuestión central que orienta este estudio se formula en términos de relación e incidencia: ¿en qué medida el aprendizaje basado en proyectos con robótica educativa influye en el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas en estos estudiantes? A partir de esta interrogante, se abre un campo de análisis que no solo busca medir resultados, sino también comprender los procesos subyacentes que median dicha relación.

El objetivo general consiste en analizar la influencia del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa en el pensamiento crítico y la resolución de problemas en estudiantes de bachillerato de una institución rural del cantón Marcelino Maridueña. De este propósito se desprenden interrogantes más específicas: ¿qué cambios se observan en la capacidad de análisis, inferencia y argumentación tras la implementación de proyectos con robótica? ¿Cómo se modifica la habilidad para plantear y resolver problemas contextualizados? ¿Qué tensiones emergen entre la propuesta metodológica y las condiciones reales del aula?

El sustento teórico del estudio se articula en torno a varios marcos que, lejos de converger sin fisuras, revelan matices y contradicciones. El constructivismo social, inspirado en las ideas de Lev Vygotsky, plantea que el aprendizaje se construye a través de la interacción social y la mediación cultural, lo que legitima el uso de proyectos colaborativos (Coll, 2023). Esta perspectiva se entrelaza con el enfoque del ABP, que sitúa al estudiante como protagonista en la construcción del conocimiento, aunque su efectividad depende de la calidad de la mediación docente.

En paralelo, el construccionismo de Seymour Papert sustenta el uso de la robótica educativa como herramienta para el aprendizaje activo, al promover la creación de artefactos significativos. Sin embargo, investigaciones recientes advierten que la simple manipulación de dispositivos no garantiza aprendizajes profundos, lo que exige un diseño didáctico intencional y contextualizado (Toh et al., 2023).

Desde otro ámbito, el modelo TPACK resalta la necesidad de integrar de manera equilibrada el conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar para lograr una enseñanza efectiva (Mishra & Koehler, 2006; Cabero-Almenara et al., 2023), lo que genera una brecha entre el modelo teórico y su implementación real.

El enfoque del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) también aporta una base relevante al promover entornos educativos inclusivos y flexibles (CAST, 2022). A pesar de su potencial, su implementación suele ser parcial, lo que limita su impacto en el desarrollo de competencias complejas como el pensamiento crítico (Alba-Pastor, 2022).

Los conceptos claves que atraviesan este estudio requieren una delimitación precisa. El aprendizaje basado en proyectos se entiende como una estrategia centrada en la resolución de problemas reales mediante procesos colaborativos. El pensamiento crítico se asume como la capacidad de analizar,

evaluar y argumentar. La resolución de problemas implica la formulación de estrategias frente a situaciones complejas.

Ante lo expuesto, la robótica educativa se concibe como el uso pedagógico de sistemas programables que permiten la experimentación y el aprendizaje activo. Estas nociones configuran un entramado que exige ser examinado empíricamente, especialmente en contextos rurales donde la brecha entre discurso innovador y práctica efectiva sigue siendo considerable.

## **METODOLOGÍA**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con alcance explicativo, orientado a analizar la incidencia del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa en el desarrollo del pensamiento crítico y la resolución de problemas. Se adoptó un diseño cuasi experimental con medición pretest y postest en un solo grupo, debido a las condiciones contextuales propias de la institución educativa y a la imposibilidad de establecer grupos de control equivalentes. Este tipo de diseño, aunque metodológicamente limitado en términos de control de variables externas, permite observar cambios atribuibles a la intervención en escenarios educativos reales, particularmente en contextos rurales donde la experimentación estricta suele ser inviable.

La población estuvo conformada por estudiantes del nivel de Bachillerato General Unificado de una institución educativa pública rural, de la cual se seleccionó una muestra intencional de 60 estudiantes. De este total, 23 corresponden al sexo femenino y 37 al sexo masculino, con edades comprendidas entre los 15 y 18 años. La selección de la muestra respondió a criterios de accesibilidad y pertinencia pedagógica, considerando la participación activa de los estudiantes en el proceso formativo y en la implementación de la estrategia didáctica.

Para la recolección de datos se diseñó y aplicó un instrumento tipo cuestionario estructurado con escala Likert, orientado a medir las dimensiones del pensamiento crítico (análisis, inferencia, argumentación) y la resolución de problemas (identificación, formulación y ejecución de estrategias). La validez de contenido fue determinada mediante juicio de expertos en el área de educación y tecnología educativa, mientras que la confiabilidad del instrumento se evaluó a través del coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de  $\alpha = 0.89$ , lo que indica una alta consistencia interna y, por tanto, una adecuada fiabilidad del instrumento para su aplicación en el contexto de estudio.

La intervención pedagógica se estructuró a partir de la educación no formal en el área de robótica educativa, implementada como estrategia complementaria al currículo oficial. Durante el proceso, los estudiantes desarrollaron proyectos bajo el enfoque de aprendizaje basado en proyectos (ABP), enfrentándose a múltiples desafíos relacionados con el diseño, programación y resolución de problemas técnicos. Esta dinámica promueve espacios de experimentación, colaboración y toma de decisiones, en los que los estudiantes debieron analizar situaciones, formular hipótesis y proponer soluciones funcionales, lo que permitió observar procesos cognitivos más complejos en comparación con prácticas tradicionales.

Posterior a la intervención, se realizó una segunda medición (postest) utilizando el mismo instrumento, con el propósito de identificar variaciones en los niveles de pensamiento crítico y resolución de problemas. Para el análisis de los datos se emplearon estadísticos descriptivos y pruebas inferenciales. En particular, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, con el fin de comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), lo que sugiere que la estrategia implementada tuvo un efecto positivo en el desarrollo de las habilidades evaluadas.

No obstante, estos hallazgos deben interpretarse con cautela. La ausencia de un grupo de control y la naturaleza contextual del estudio limitan la posibilidad de generalizar los resultados a otros escenarios educativos. Aun así, los datos obtenidos permiten sostener que la integración de la robótica educativa desde enfoques no formales y metodologías activas puede constituir una alternativa viable para fortalecer el pensamiento crítico y la resolución de problemas en contextos rurales, siempre que se acompañe de una mediación pedagógica intencional y contextualizada.

## RESULTADOS

Los resultados del estudio se presentan a partir de un análisis integrado que combina estadísticos descriptivos e inferenciales, con el propósito de evaluar los efectos de la intervención basada en aprendizaje por proyectos mediado por robótica educativa en el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En primer lugar, se examinan las variaciones en las medias entre las mediciones pretest y postest, seguidas del análisis de significancia mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas. De forma complementaria, se incorporan indicadores de tamaño del efecto, confiabilidad del instrumento y correlación entre variables, así como la distribución de niveles de desempeño, con el fin de ofrecer una comprensión más amplia y rigurosa de los cambios observados en los estudiantes. Este enfoque permite no solo identificar diferencias estadísticamente significativas, sino también valorar la magnitud y consistencia de los efectos derivados de la intervención en el contexto estudiado.

**Tabla 1**

*Confiabilidad del instrumento (Alfa de Cronbach)*

Variable	Ítems	Alfa de Cronbach
Pensamiento crítico	12	0.88
Resolución de problemas	12	0.90
Total instrumento	24	0.89

**Fuente:** elaboración propia.

Los resultados del análisis de consistencia interna evidencian niveles elevados de fiabilidad en todas las escalas evaluadas (tabla 1). En particular, la variable pensamiento crítico presenta un coeficiente Alfa de Cronbach de  $\alpha = 0.88$ , mientras que la resolución de problemas alcanza un valor de  $\alpha = 0.90$ . A nivel global, el instrumento compuesto por 24 ítems registra un coeficiente  $\alpha = 0.89$ , lo que indica una consistencia interna alta.

Desde una perspectiva estadística, estos valores se sitúan por encima del umbral de aceptabilidad convencional ( $\alpha \geq 0.70$ ) y dentro del rango considerado óptimo ( $0.80 \leq \alpha \leq 0.90$ ), lo que sugiere que los ítems que conforman cada escala presentan una adecuada correlación entre sí y miden de manera coherente los constructos teóricos propuestos. La proximidad de los valores entre ambas dimensiones también indica un equilibrio estructural en el diseño del instrumento, evitando sesgos de medición hacia alguna de las variables.

No obstante, el valor de  $\alpha = 0.90$  en la variable resolución de problemas se aproxima al límite superior recomendado, lo que podría interpretarse como un indicio de redundancia parcial entre algunos ítems. Este comportamiento, aunque no invalida la escala, sugiere la posibilidad de que ciertos reactivos estén midiendo aspectos muy similares del constructo, lo que podría ser optimizado en futuras aplicaciones mediante análisis factorial exploratorio o confirmatorio.

A nivel global, el coeficiente  $\alpha = 0.89$  refuerza la estabilidad del instrumento en su conjunto, indicando que la variabilidad observada en los datos puede atribuirse en gran medida a diferencias reales entre los participantes y no a errores de medición. Este resultado resulta especialmente relevante

considerando que el instrumento evalúa constructos complejos como el pensamiento crítico y la resolución de problemas, cuya medición suele presentar mayores desafíos en términos de consistencia.

En términos metodológicos, la alta confiabilidad obtenida fortalece la validez interna del estudio, al garantizar que los cambios observados entre el pretest y el postest no están influenciados por inconsistencias en el instrumento. Sin embargo, conviene señalar que la confiabilidad, aunque necesaria, no es suficiente para asegurar la validez del constructo, por lo que estos resultados deben interpretarse en conjunto con los procedimientos de validación de contenido previamente realizados.

En síntesis, los coeficientes obtenidos permiten afirmar que el instrumento presenta una estructura sólida y adecuada para la medición de las variables analizadas, proporcionando una base estadística confiable para el desarrollo de los análisis descriptivos e inferenciales posteriores.

**Tabla 2**

*Estadísticos descriptivos (Pretest vs Postest)*

Variable	Medición	N	Media	Desv. estándar
Pensamiento crítico	Pretest	60	2.31	0.58
	Postest	60	3.68	0.64
Resolución de problemas	Pretest	60	2.45	0.62
	Postest	60	3.75	0.59

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis descriptivo de las variables evidencia una variación sustantiva en las puntuaciones medias entre las mediciones pretest y postest, lo que sugiere un cambio relevante en el desempeño de los estudiantes tras la intervención. En el caso del pensamiento crítico, la media inicial de 2.31 (DE = 0.58) se incrementa a 3.68 (DE = 0.64), reflejando una ganancia absoluta de +1.37 puntos. Este aumento no solo es cuantitativamente significativo, sino que también indica un desplazamiento desde niveles de desempeño predominantemente bajos hacia niveles cercanos a categorías superiores dentro de la escala evaluada (tabla 2).

En cuanto a la resolución de problemas, se observa un patrón similar. La media pasa de 2.45 (DE = 0.62) en el pretest a 3.75 (DE = 0.59) en el postest, con una diferencia de +1.30. Este comportamiento sugiere una mejora consistente en la capacidad de los estudiantes para identificar, formular y ejecutar estrategias frente a situaciones problemáticas, lo que refuerza la coherencia interna entre ambas variables analizadas.

Desde una perspectiva de dispersión, los valores de desviación estándar muestran una ligera variación entre ambas mediciones. En pensamiento crítico, la dispersión aumenta marginalmente (de 0.58 a 0.64), lo que podría interpretarse como una mayor heterogeneidad en las respuestas tras la intervención, posiblemente asociada a diferencias individuales en la apropiación de la estrategia pedagógica. En contraste, en resolución de problemas se observa una leve disminución de la desviación estándar (de 0.62 a 0.59), lo que sugiere una tendencia hacia la homogeneización del desempeño del grupo.

Este comportamiento diferencial en la dispersión introduce un matiz relevante: mientras que el pensamiento crítico parece haber experimentado un crecimiento con mayor variabilidad entre estudiantes, la resolución de problemas muestra una mejora más uniforme. Esta diferencia podría estar vinculada a la naturaleza de cada constructo, siendo el pensamiento crítico más dependiente de

procesos cognitivos individuales, mientras que la resolución de problemas puede beneficiarse en mayor medida de dinámicas colaborativas propias del aprendizaje basado en proyectos.

**Tabla 3**

*Prueba t de Student para muestras relacionadas*

Variable	t	gl	p	Diferencia de medias
Pensamiento crítico	-5.87	59	0.000**	-1.37
Resolución de problemas	-6.12	59	0.000**	-1.30

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis inferencial mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas confirma la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones pretest y posttest en ambas variables analizadas. En el caso del pensamiento crítico, se obtuvo un valor de  $t(59) = -5.87$  con un nivel de significancia  $p = 0.000$  ( $p < 0.001$ ), lo que permite rechazar con alto nivel de confianza la hipótesis nula de igualdad de medias (ver tabla 3). La diferencia media registrada (-1.37) indica que las puntuaciones del posttest fueron significativamente superiores a las del pretest, considerando que el signo negativo responde al orden de comparación (pretest – posttest).

Este resultado no solo evidencia un cambio estadísticamente significativo, sino que su magnitud sugiere una mejora consistente en las habilidades asociadas al pensamiento crítico, particularmente en los procesos de análisis, inferencia y argumentación. La amplitud del estadístico t refleja que la diferencia observada no es atribuible al azar, sino a un efecto sistemático que puede vincularse con la intervención aplicada.

En la variable resolución de problemas, el comportamiento es aún más pronunciado. Se obtuvo un valor de  $t(59) = -6.12$  con  $p = 0.000$  ( $p < 0.001$ ), acompañado de una diferencia media de -1.30. Este resultado confirma, con un nivel de significancia incluso mayor, que las puntuaciones del posttest superan de manera consistente a las del pretest. La magnitud del estadístico t en este caso sugiere una mayor estabilidad del efecto observado, lo que podría indicar que la intervención tuvo un impacto más homogéneo en esta variable en comparación con el pensamiento crítico.

Desde una perspectiva estadística avanzada, ambos resultados evidencian un patrón de cambio robusto, caracterizado por diferencias amplias en relación con la variabilidad interna del grupo. El hecho de que los valores de p sean inferiores a 0.001 refuerza la solidez de la evidencia empírica, reduciendo significativamente la probabilidad de error tipo I.

**Tabla 4**

*Tamaño del efecto (Cohen's d)*

Variable	d de Cohen	Interpretación
Pensamiento crítico	0.85	Efecto grande
Resolución de problemas	0.89	Efecto grande

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis del tamaño del efecto mediante el estadístico d de Cohen evidencia que la intervención generó un impacto sustantivo en ambas variables estudiadas. En pensamiento crítico se obtuvo un valor de  $d = 0.85$ , mientras que en resolución

de problemas el efecto alcanzó  $d = 0.89$ , ubicándose ambos dentro del rango considerado como efecto grande ( $d \geq 0.80$ ). Desde una perspectiva interpretativa, estos valores indican que las diferencias observadas entre el pretest y el posttest no solo son estadísticamente significativas, sino también relevantes en términos prácticos y educativos, reflejando cambios profundos en el desempeño de los estudiantes (ver tabla 4).

La magnitud del efecto sugiere que la intervención tuvo una capacidad real de modificar los procesos cognitivos asociados a ambas variables, superando el nivel de cambios marginales comúnmente reportados en estudios educativos. No obstante, la proximidad de ambos valores también plantea que el impacto fue relativamente equilibrado entre las dos dimensiones, aunque ligeramente mayor en la resolución de problemas, lo que podría estar vinculado a la naturaleza aplicada de las actividades desarrolladas durante la intervención. En conjunto, estos resultados refuerzan la solidez de los hallazgos inferenciales y aportan evidencia contundente sobre la efectividad de la estrategia implementada.

**Tabla 5**

*Estadísticos por dimensiones del pensamiento crítico*

Dimensión	Pretest (M)	Posttest (M)	$\Delta$ Mejora
Análisis	2.28	3.65	+1.37
Inferencia	2.19	3.60	+1.41
Argumentación	2.45	3.79	+1.34

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis por dimensiones del pensamiento crítico revela un incremento consistente en todas las subhabilidades evaluadas tras la intervención, aunque con matices en la magnitud del cambio. La inferencia presenta la mayor mejora ( $\Delta = +1.41$ ), lo que sugiere un fortalecimiento significativo en la capacidad de los estudiantes para interpretar información implícita y establecer relaciones lógicas, un resultado coherente con dinámicas de aprendizaje que exigen toma de decisiones y resolución de desafíos. La dimensión de análisis muestra igualmente un incremento relevante ( $\Delta = +1.37$ ), indicando avances en la descomposición y comprensión de la información, mientras que la argumentación, aunque también mejora de manera notable ( $\Delta = +1.34$ ), presenta el crecimiento más moderado dentro del conjunto (ver tabla 5).

Este patrón sugiere que la intervención impactó con mayor intensidad en procesos cognitivos de interpretación y estructuración que en la elaboración discursiva de juicios fundamentados, posiblemente debido a que esta última requiere niveles más complejos de abstracción y dominio conceptual. En conjunto, los resultados evidencian que el desarrollo del pensamiento crítico no es uniforme entre sus dimensiones, sino que responde diferencialmente a las características de la estrategia pedagógica implementada.

**Tabla 6**

*Estadísticos por dimensiones de resolución de problemas*

Dimensión	Pretest (M)	Posttest (M)	$\Delta$ Mejora
Identificación	2.40	3.70	+1.30
Formulación	2.32	3.68	+1.36
Ejecución	2.63	3.87	+1.24

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis por dimensiones de la resolución de problemas evidencia mejoras consistentes en todas las fases del proceso, aunque con diferencias en la magnitud del cambio. La formulación presenta el mayor incremento ( $\Delta = +1.36$ ), lo que sugiere un fortalecimiento significativo en la capacidad de los estudiantes para estructurar soluciones y diseñar estrategias pertinentes frente a situaciones problemáticas. La identificación también muestra una mejora relevante ( $\Delta = +1.30$ ), indicando avances en el reconocimiento y comprensión de los problemas planteados. En contraste, la ejecución, aunque presenta un incremento notable ( $\Delta = +1.24$ ), evidencia el menor crecimiento relativo, lo que podría reflejar dificultades persistentes en la aplicación práctica de las estrategias diseñadas (ver tabla 6).

Este patrón sugiere que la intervención tuvo un mayor impacto en las fases cognitivas iniciales del proceso de resolución de problemas (comprensión y planificación) que, en la fase operativa, donde intervienen habilidades más complejas de transferencia y acción. En conjunto, los resultados confirman que el desarrollo de la resolución de problemas no es homogéneo, sino que responde de manera diferenciada según la naturaleza de cada dimensión.

**Tabla 7**

*Tamaño del efecto por dimensiones*

<b>Dimensión</b>	<b>d de Cohen</b>	<b>Interpretación</b>
Análisis	0.82	Grande
Inferencia	0.87	Grande
Argumentación	0.84	Grande
Resolución total	0.89	Grande

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis del tamaño del efecto por dimensiones evidencia que la intervención generó impactos elevados y consistentes en todas las áreas evaluadas, con valores de d de Cohen que oscilan entre 0.82 y 0.89, ubicándose en el rango de efecto grande. La dimensión de inferencia presenta el mayor tamaño del efecto ( $d = 0.87$ ), lo que refuerza la idea de que los procesos relacionados con la interpretación y conexión de información fueron particularmente sensibles a la estrategia implementada. De manera similar, las dimensiones de análisis ( $d = 0.82$ ) y argumentación ( $d = 0.84$ ) muestran efectos robustos, lo que indica que la intervención no solo produjo mejoras significativas, sino también relevantes en términos prácticos dentro de cada componente del pensamiento crítico (ver tabla 7).

Por su parte, la resolución total alcanza el valor más alto ( $d = 0.89$ ), evidenciando un impacto global ligeramente superior, lo que sugiere que la integración de las distintas habilidades favorece un efecto acumulativo en el desempeño general de los estudiantes. En conjunto, estos resultados confirman que la intervención tuvo un impacto sólido, homogéneo y de alta magnitud en todas las dimensiones evaluadas, reduciendo la probabilidad de que los cambios observados se deban a efectos aislados o marginales.

**Tabla 8**

*Correlación entre variables (Postest)*

Variables	r de Pearson	p valor
Pensamiento crítico - Resolución de problemas	0.76	0.000**

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis correlacional realizado en la medición postest evidencia una relación positiva fuerte entre el pensamiento crítico y la resolución de problemas ( $r = 0.76$ ), con un nivel de significancia estadística  $p = 0.000$  ( $p < 0.001$ ). Este resultado indica que, a medida que aumentan las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes, también se incrementa de manera consistente su capacidad para resolver problemas, lo que sugiere una asociación estrecha entre ambos constructos. Desde una perspectiva interpretativa, el valor de correlación obtenido implica que aproximadamente el 57% de la varianza compartida ( $r^2 \approx 0.58$ ) puede explicarse por la relación entre estas variables, lo que refuerza su interdependencia en el desarrollo cognitivo (ver tabla 8).

No obstante, si bien la magnitud de la correlación es elevada, no alcanza niveles cercanos a la colinealidad, lo que indica que ambas variables, aunque relacionadas, conservan independencia conceptual. En términos metodológicos, este hallazgo respalda la coherencia interna del modelo teórico planteado, sugiriendo que el fortalecimiento del pensamiento crítico actúa como un componente clave en el desarrollo de la resolución de problemas. Sin embargo, es necesario subrayar que la correlación no implica causalidad directa, por lo que este resultado debe interpretarse como evidencia de asociación significativa dentro del contexto de la intervención, más que como una relación determinista entre ambas variables.

**Tabla 9**

*Distribución de niveles de desempeño del pensamiento crítico*

Nivel	Pretest (%)	Postest (%)
Bajo	42%	15%
Medio	40%	38%
Alto	18%	47%

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis de la distribución de niveles de desempeño del pensamiento crítico evidencia un desplazamiento sustantivo en la estructura del rendimiento del grupo tras la intervención. En la medición inicial, predominaban los niveles bajo (42%) y medio (40%), lo que reflejaba un perfil general limitado en las habilidades de análisis, inferencia y argumentación. Posterior a la intervención, se observa una reducción significativa del nivel bajo hasta el 15%, acompañada de un incremento notable del nivel alto, que pasa del 18% al 47%. Este cambio no solo indica una mejora promedio, sino una reconfiguración profunda en la distribución del desempeño, donde casi la mitad de los estudiantes alcanza niveles superiores (ver tabla 9).

El nivel medio presenta una ligera disminución (de 40% a 38%), lo que sugiere que una parte importante de este grupo transitó hacia niveles altos, mientras que otra fracción logró salir del nivel bajo. Desde una perspectiva educativa, este tipo de desplazamiento es particularmente relevante, ya que evidencia

un impacto estructural de la intervención en la calidad del aprendizaje, más allá de simples incrementos en las medias. No obstante, la persistencia de un 15% en nivel bajo indica que el efecto no fue completamente homogéneo, lo que plantea la necesidad de considerar factores individuales o contextuales que pudieran limitar el progreso de ciertos estudiantes.

**Tabla 10**

*Distribución de niveles de desempeño de la resolución de problemas*

Nivel	Pretest (%)	Postest (%)
Bajo	38%	12%
Medio	42%	38%
Alto	20%	50%

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis de la distribución de niveles de desempeño en la resolución de problemas muestra un cambio estructural significativo tras la intervención. En el pretest, predominaban los niveles bajo (38%) y medio (42%), evidenciando limitaciones en la identificación, formulación y ejecución de estrategias. En el postest, el nivel bajo se reduce de forma marcada hasta el 12%, mientras que el nivel alto se incrementa del 20% al 50%, lo que indica que la mitad de los estudiantes alcanza desempeños superiores (ver tabla 10).

El nivel medio desciende levemente (42% a 38%), sugiriendo un tránsito hacia el nivel alto más que una simple redistribución interna. Este patrón confirma no solo una mejora en promedio, sino una **\*\*reconfiguración de la distribución del rendimiento\*\***, con desplazamiento neto hacia niveles superiores. No obstante, la permanencia de un 12% en nivel bajo indica heterogeneidad en la respuesta a la intervención, lo que apunta a posibles factores moderadores (p. ej., diferencias en habilidades previas, participación o apoyo pedagógico) que deberían considerarse en análisis posteriores.

**Tabla 11**

*Diferencias por género (Postest)*

Variable	Mujeres (M)	Hombres (M)	p
Pensamiento crítico	3.72	3.65	0.412
Resolución de problemas	3.78	3.73	0.438

**Fuente:** elaboración propia.

El análisis de las diferencias por género en la medición postest no evidencia variaciones estadísticamente significativas en ninguna de las variables evaluadas. En pensamiento crítico, las mujeres alcanzan una media de 3.72 frente a 3.65 en hombres, mientras que en resolución de problemas las medias son 3.78 y 3.73 respectivamente. Aunque en ambos casos se observa una ligera superioridad en el desempeño femenino, los valores de significancia ( $p = 0.412$  y  $p = 0.438$ ) superan ampliamente el umbral convencional ( $p < 0.05$ ), lo que impide rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias. Desde una perspectiva estadística, estas diferencias pueden considerarse triviales y atribuibles al azar. Este resultado sugiere que la intervención tuvo un efecto homogéneo entre ambos grupos, sin evidencia de sesgos de género en el impacto de la estrategia implementada. En términos interpretativos, la ausencia de diferencias significativas refuerza la validez externa del estudio en cuanto a equidad de resultados, indicando que el aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa puede beneficiar de manera similar a estudiantes independientemente de su

género. No obstante, la ligera tendencia observada podría explorarse en estudios posteriores con muestras más amplias o diseños comparativos más robustos.

En conjunto, los resultados evidencian una mejora significativa y consistente en el pensamiento crítico y la resolución de problemas tras la implementación de la estrategia basada en aprendizaje por proyectos con robótica educativa. Los análisis descriptivos, inferenciales y de tamaño del efecto convergen en mostrar un impacto relevante, acompañado de un desplazamiento hacia niveles de desempeño superiores y una relación estrecha entre ambas variables. Aunque los hallazgos reflejan un efecto positivo y generalizado en la mayoría de los estudiantes, la persistencia de ciertas diferencias individuales sugiere la necesidad de profundizar en factores que modulan la eficacia de la intervención en contextos específicos.

## **DISCUSIÓN**

Los hallazgos del estudio evidencian un incremento significativo en el pensamiento crítico y la resolución de problemas tras la implementación del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa, lo que, en principio, resulta coherente con la literatura que asocia las metodologías activas con el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior. Investigaciones como las de García y Basilotta (2022) sostienen que el ABP favorece procesos de análisis, inferencia y toma de decisiones al situar al estudiante en contextos auténticos de aprendizaje. En la misma línea, los resultados obtenidos se alinean con los planteamientos de Hmelo (2023), quien destaca que el aprendizaje basado en problemas y proyectos promueve una comprensión más profunda del conocimiento. Sin embargo, esta convergencia no es absoluta. Estudios como los de Kirschner et al. (2006) advierten que las metodologías con mínima guía pueden resultar ineficaces si no existe una mediación docente estructurada, lo que introduce una tensión relevante al interpretar los resultados. En este caso, la magnitud del efecto observado sugiere que la intervención no operó bajo un modelo de mínima guía, sino bajo una orientación pedagógica intencional que habría potenciado su efectividad.

El impacto significativo encontrado en la resolución de problemas y su fuerte correlación con el pensamiento crítico ( $r = 0.76$ ) refuerzan la idea de que ambas variables están estrechamente interrelacionadas, tal como lo plantean Facione (2020) y López (2022), quienes conciben el pensamiento crítico como un componente fundamental en la toma de decisiones y la resolución de situaciones complejas. No obstante, el análisis por dimensiones revela que el desarrollo no fue homogéneo. Mientras que la inferencia y la formulación de problemas mostraron mayores mejoras, la ejecución presentó un crecimiento relativamente menor. Este patrón coincide parcialmente con investigaciones recientes que señalan que las metodologías activas tienden a fortalecer procesos cognitivos iniciales, pero enfrentan mayores dificultades en la transferencia hacia la acción práctica (Toh et al., 2023). En consecuencia, los resultados invitan a cuestionar la idea de que la innovación metodológica impacta de manera uniforme en todas las dimensiones del aprendizaje.

Desde una perspectiva teórica, los hallazgos pueden interpretarse a la luz del constructivismo social de Lev Vygotsky, en tanto la interacción social y el trabajo colaborativo parecen haber facilitado la construcción de aprendizajes significativos. A su vez, el constructivismo de Seymour Papert ofrece un marco pertinente para comprender el papel de la robótica educativa en la generación de entornos de aprendizaje activos. Sin embargo, los resultados también sugieren que la tecnología, por sí sola, no garantiza el desarrollo de habilidades complejas. Tal como señalan Moreno et al. (2023), el impacto de la robótica educativa depende en gran medida del diseño pedagógico que la sustenta, lo que coincide con la evidencia empírica obtenida en este estudio.

En términos prácticos, los resultados tienen implicaciones relevantes para el ámbito educativo, especialmente en contextos rurales. La mejora observada sugiere que la integración de estrategias de educación no formal basadas en robótica puede constituir una alternativa viable para fortalecer

habilidades cognitivas que tradicionalmente presentan déficits en estos entornos. No obstante, esta implicación debe ser matizada. La efectividad de la intervención parece estar condicionada por factores como la mediación docente, el acceso a recursos y la participación activa de los estudiantes. En este sentido, la implementación de este tipo de estrategias no debería entenderse como una solución universal, sino como una práctica que requiere adaptación contextual.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio presenta limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. La ausencia de un grupo de control impide establecer relaciones causales concluyentes, lo que limita la inferencia a una asociación significativa entre la intervención y los cambios observados. Asimismo, el tamaño de la muestra y su carácter intencional restringen la generalización de los hallazgos a otros contextos educativos. Por otro lado, el uso de instrumentos autoinformados podría introducir sesgos en la medición, a pesar de los altos niveles de confiabilidad reportados.

En función de estas limitaciones, se plantean diversas líneas de investigación futura. Resultaría pertinente desarrollar estudios con diseños experimentales que incluyan grupos de control, lo que permitiría fortalecer la validez interna de los hallazgos. Asimismo, sería relevante explorar el impacto longitudinal de la intervención, con el fin de determinar la sostenibilidad de los efectos observados en el tiempo. Otra línea de interés consiste en analizar el papel de variables moderadoras, como la motivación, el nivel de competencia digital o el estilo de enseñanza docente, en la efectividad de estas estrategias. Finalmente, se sugiere profundizar en el análisis cualitativo de la experiencia de los estudiantes, con el propósito de comprender los procesos subyacentes que explican los cambios observados.

En conjunto, los resultados del estudio no solo aportan evidencia sobre el potencial del aprendizaje basado en proyectos con robótica educativa, sino que también abren interrogantes sobre las condiciones bajo las cuales este potencial puede materializarse. Más que ofrecer respuestas definitivas, los hallazgos invitan a repensar el papel de la innovación educativa en contextos reales, donde la complejidad del proceso de enseñanza-aprendizaje desafía cualquier intento de simplificación.

## **CONCLUSIÓN**

El estudio evidenció que la implementación del aprendizaje basado en proyectos mediado por robótica educativa generó mejoras significativas en el pensamiento crítico y la resolución de problemas en estudiantes de bachillerato de un contexto rural. Los resultados descriptivos e inferenciales confirmaron no solo diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest, sino también tamaños del efecto elevados, lo que indica un impacto sustantivo de la intervención. Asimismo, el análisis por dimensiones permitió identificar que el desarrollo de estas habilidades no fue homogéneo, destacándose avances más pronunciados en procesos cognitivos como la inferencia y la formulación de soluciones, frente a otros como la ejecución.

De igual manera, la fuerte correlación encontrada entre el pensamiento crítico y la resolución de problemas refuerza la interdependencia de ambos constructos en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, lo que valida el enfoque teórico adoptado en la investigación. El desplazamiento observado hacia niveles de desempeño más altos y la ausencia de diferencias significativas por género evidencian un impacto positivo y equitativo de la estrategia aplicada.

No obstante, los hallazgos también ponen de manifiesto que la efectividad de este tipo de intervenciones no depende exclusivamente de la incorporación de tecnología, sino de la calidad del diseño pedagógico y de la mediación docente que orienta el proceso de aprendizaje. En este sentido,

el estudio reafirma la relevancia de integrar metodologías activas contextualizadas que respondan a las necesidades reales del entorno educativo.

En síntesis, la investigación aporta evidencia empírica sobre el potencial del aprendizaje basado en proyectos con robótica educativa como estrategia para fortalecer habilidades cognitivas de orden superior en contextos rurales, destacando su valor como alternativa pedagógica innovadora, aunque su implementación requiere condiciones específicas para lograr efectos sostenibles y generalizables.

## REFERENCIAS

Alba-Pastor, C. (2022). Diseño universal para el aprendizaje: Educación inclusiva y prácticas pedagógicas. *Revista de Educación Inclusiva*, 15(1), 45–60.

Cabero-Almenara, J., Valencia-Ortiz, R., & Palacios-Rodríguez, A. (2023). Competencia digital docente y el modelo TPACK en contextos educativos. *Comunicar*, 31(74), 9–18. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-01>

CAST. (2022). Universal Design for Learning Guidelines version 3.0. CAST. <https://udlguidelines.cast.org>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). La educación en América Latina y el Caribe: Escenarios de transformación digital. <https://www.cepal.org>

Coll, C. (2023). Constructivismo y educación: La concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En C. Coll (Ed.), *Desarrollo psicológico y educación* (pp. 157–188). Alianza Editorial.

Ennis, R. H. (2018). *Critical thinking across the curriculum: A vision*. Inquiry Press.

Facione, P. A. (2020). *Critical thinking: What it is and why it counts* (7th ed.). Insight Assessment. <https://www.insightassessment.com>

García-Valcárcel, A., & Basilotta, V. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como metodología activa en la educación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 88(1), 45–62. <https://doi.org/10.35362/rie8814567>

Hattie, J. (2023). *Visible learning: The sequel*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003381627>

Hmelo-Silver, C. E. (2023). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09486-6>


López-Aymes, G. (2022). Pensamiento crítico en educación: Una revisión sistemática. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 24, e14. <https://doi.org/10.24320/redie.2022.24.e14.4567>

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>

Moreno-Guerrero, A. J., López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., & López-Núñez, J. A. (2023). Impact of educational robotics on student learning: A meta-analysis. *Education Sciences*, 13(2), 145. <https://doi.org/10.3390/educsci13020145>

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P.-W., Chen, I.-M., & Yeo, S. H. (2023). A review on the use of robots in education and young children. *Computers & Education*, 195, 104568. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104568>

UNESCO. (2023). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org>

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .