

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

ISSN en línea: 2789-3855, 2026

Aprendizaje Basado en Proyectos mediado por robótica educativa y pensamiento computacional en estudiantes rurales ecuatorianos de Educación Básica

**Project-Based Learning Mediated by Educational Robotics and
Computational Thinking in Ecuadorian Rural Basic Education
Students**

Walter Feddy Cajape Sánchez

wcajapes@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2558-4562>

Facultad de Posgrado Escuela de Educación-
Maestría en Educación Básica. Universidad
Estatad de Milagro
El Triunfo – Ecuador

Ana Lis Heredia Espinosa

aheredia@uv.mx

<https://orcid.org/0000-0002-3998-3003>

Universidad Veracruzana
Veracruz – México

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i4.6453>


Redilat
Red de Investigadores
Latinoamericanos


LATAM

Revista Latinoamericana de
Ciencias Sociales y Humanidades

Artículo recibido: 05 de abril de 2026.

Aceptado para publicación: 05 de septiembre de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

VOLUMEN VII

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i4.6453>

Aprendizaje Basado en Proyectos mediado por robótica educativa y pensamiento computacional en estudiantes rurales ecuatorianos de Educación Básica

Project-Based Learning Mediated by Educational Robotics and Computational Thinking in Ecuadorian Rural Basic Education Students

Walter Feddy Cajape Sánchez

wcajapes@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2558-4562>

Facultad de Posgrado Escuela de Educación-Maestría en Educación Básica. Universidad Estatal de Milagro
El Triunfo – Ecuador

Víctor Hugo Mayorga Villegas

vmayorgav@unemi.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4554-1180>

Facultad de Posgrado Escuela de Educación. Universidad Estatal de Milagro
Milagro – Ecuador

Artículo recibido: 05 de abril de 2026. Aceptado para publicación: 05 de septiembre de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

El estudio analizó los cambios en el pensamiento computacional de estudiantes de décimo año de Educación General Básica después de participar en una intervención de Aprendizaje Basado en Proyectos mediada por robótica educativa en una institución pública rural del cantón Marcelino Maridueña, Guayas, Ecuador. Se desarrolló una investigación cuantitativa, aplicada, con diseño preexperimental longitudinal de un grupo y mediciones pretest-postest. Participaron 24 estudiantes de 13 a 15 años. Se evaluó el pensamiento computacional mediante una prueba de desempeño de 16 ítems que comprendió las dimensiones descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y pensamiento algorítmico. La intervención se desarrolló durante diez semanas mediante proyectos contextualizados que integraron resolución de problemas, diseño, construcción, programación, prueba y depuración de prototipos robóticos. La puntuación global aumentó de 7.08 (DE = 1.95) en el pretest a 14.08 (DE = 1.38) en el postest, con una diferencia media de 7.00 puntos, IC 95 % [6.10, 7.90], $t(23) = 16.13$, $p < .001$ y $dz = 3.29$. Las cuatro dimensiones presentaron diferencias significativas después del ajuste de Holm ($p < .001$), y la abstracción registró el mayor incremento descriptivo. Los hallazgos evidenciaron cambios intraindividuales significativos en el pensamiento computacional posteriores a la intervención y aportan evidencia contextual sobre la viabilidad de integrar ABP y robótica educativa en escenarios rurales. La ausencia de grupo control limita la atribución causal de los cambios observados.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, robótica educativa, pensamiento computacional, educación rural, educación básica

Abstract

This study analyzed changes in computational thinking among tenth-grade Basic General Education students after participating in a project-based learning intervention mediated by educational robotics

at a rural public school in Marcelino Maridueña, Guayas, Ecuador. A quantitative, applied study was conducted using a longitudinal one-group pre-experimental pretest-posttest design. The participants were 24 students aged 13 to 15 years. Computational thinking was assessed using a 16-item performance test covering decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithmic thinking. The ten-week intervention involved contextualized projects integrating problem solving, design, construction, programming, testing, and debugging of robotic prototypes. The overall score increased from 7.08 (SD = 1.95) at pretest to 14.08 (SD = 1.38) at posttest, with a mean difference of 7.00 points, 95% CI [6.10, 7.90], $t(23) = 16.13$, $p < .001$, and $d_z = 3.29$. All four dimensions showed significant differences after Holm adjustment ($p < .001$), with abstraction showing the largest descriptive increase. The findings indicated significant within-participant changes in computational thinking following the intervention and provide contextual evidence regarding the feasibility of integrating project-based learning and educational robotics in rural educational settings. The absence of a control group limits causal attribution of the observed changes.

Keywords: project-based learning, educational robotics, computational thinking, rural education, basic 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: Cajape Sánchez, W. F., & Mayorga Villegas, V. H. (2026). Aprendizaje Basado en Proyectos mediado por robótica educativa y pensamiento computacional en estudiantes rurales ecuatorianos de Educación Básica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (4), 3143 – 3159. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i4.6453>

INTRODUCCIÓN

La incorporación progresiva de tecnologías digitales en los sistemas educativos ha intensificado el interés por competencias que permitan a los estudiantes comprender, representar y resolver problemas en entornos caracterizados por una creciente interacción entre conocimiento, tecnología y automatización. Entre estas competencias, el pensamiento computacional ha adquirido especial relevancia en educación escolar debido a que integra procesos cognitivos relacionados con la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción, el pensamiento algorítmico y la formulación sistemática de soluciones. Su importancia trasciende el aprendizaje de programación y se vincula con formas de razonamiento aplicables a diversas disciplinas y situaciones de resolución de problemas. En este sentido, las investigaciones contemporáneas coinciden en que el pensamiento computacional constituye un componente relevante de la formación K-12 y de la educación STEM, aunque persisten interrogantes respecto de las estrategias pedagógicas más efectivas para promover su desarrollo en contextos educativos heterogéneos (Marín et al., 2024; Zhang et al., 2024).

El desarrollo de estas competencias requiere superar una concepción instrumental de la tecnología educativa. La disponibilidad de dispositivos o plataformas no garantiza por sí misma transformaciones sustantivas en los procesos de aprendizaje, puesto que los resultados dependen de la articulación entre tecnología, diseño pedagógico, preparación docente, características del alumnado y condiciones del contexto educativo (UNESCO, 2023). Este planteamiento resulta especialmente relevante en instituciones rurales, donde las oportunidades de participación en experiencias relacionadas con programación, robótica y educación STEM pueden estar condicionadas por restricciones de infraestructura, conectividad, recursos pedagógicos y acceso a experiencias especializadas. Por tanto, analizar tecnologías emergentes en estos escenarios implica valorar no solo su disponibilidad, sino principalmente la forma en que son incorporadas dentro de propuestas pedagógicas contextualizadas.

Dentro de las metodologías centradas en la participación activa del estudiante, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) representa una alternativa particularmente compatible con el desarrollo del pensamiento computacional. El ABP organiza el aprendizaje alrededor de problemas o desafíos auténticos que requieren investigación, toma de decisiones, colaboración, elaboración de productos y evaluación progresiva de las soluciones desarrolladas. Desde esta perspectiva, su potencial para el pensamiento computacional deriva de que ambas aproximaciones comparten procesos relacionados con la identificación de problemas, descomposición de tareas, formulación de alternativas, diseño de procedimientos y evaluación de resultados. El metaanálisis desarrollado por Zhang et al. (2024), basado en 31 investigaciones experimentales y cuasiexperimentales, confirmó un efecto positivo del ABP sobre el pensamiento computacional y evidenció que la magnitud de estos efectos puede variar según factores vinculados con el diseño de la intervención, las características de los estudiantes y las condiciones de implementación.

Sin embargo, el efecto educativo del ABP puede adquirir mayor relevancia cuando los problemas planteados permiten transformar ideas abstractas en soluciones observables y susceptibles de ser modificadas. En este escenario, la robótica educativa constituye un entorno particularmente apropiado porque integra construcción, programación, experimentación, retroalimentación inmediata y resolución iterativa de problemas. La interacción con dispositivos robóticos obliga al estudiante a formular secuencias, identificar errores, modificar procedimientos y comprobar empíricamente el funcionamiento de las soluciones desarrolladas. Marín et al. (2024), en una revisión sistemática centrada en educación secundaria, identificaron que las experiencias con programación y Arduino ofrecen oportunidades para desarrollar pensamiento computacional, resolución de problemas y competencias asociadas con educación STEM. De forma complementaria, Hong (2024), mediante un metaanálisis de estudios desarrollados con población K-12, encontró un efecto positivo y significativo

de los robots educativos sobre el pensamiento computacional, aunque también identificó que los resultados dependen de variables como nivel educativo, modalidad de participación, enfoque de enseñanza, duración de la intervención y tamaño de la muestra.

La evidencia disponible también muestra que el potencial de la robótica educativa no reside únicamente en el recurso tecnológico utilizado, sino en las experiencias cognitivas y pedagógicas generadas alrededor de este. Ouyang et al. (2024), mediante una revisión sistemática y metaanálisis sobre robótica educativa en STEM, encontraron efectos favorables sobre diferentes resultados de aprendizaje y señalaron la relevancia de integrar los robots dentro de diseños instruccionales coherentes con los objetivos formativos. Desde esta perspectiva, la programación, la construcción y la experimentación adquieren mayor valor cuando forman parte de situaciones de aprendizaje estructuradas alrededor de problemas que demandan participación activa, trabajo colaborativo y producción de soluciones.

La articulación entre Aprendizaje Basado en Proyectos, robótica educativa y pensamiento computacional posee sustento empírico específico. Pou et al. (2022) desarrollaron una propuesta que integró pensamiento computacional y robótica educativa dentro de un enfoque basado en proyectos, mostrando que ambas dimensiones pueden converger en experiencias donde los estudiantes diseñan, programan, prueban y modifican soluciones tecnológicas. Estos resultados permiten sostener que la relación entre ABP y robótica no debe interpretarse como una simple suma de estrategias, sino como una configuración pedagógica en la cual el proyecto proporciona el problema y la estructura de trabajo, mientras la robótica ofrece un medio tangible para representar, programar, experimentar y evaluar soluciones.

No obstante, una proporción importante de la evidencia sobre pensamiento computacional y robótica educativa procede de contextos escolares con condiciones educativas y tecnológicas distintas de las presentes en sectores rurales latinoamericanos. Las características de estos escenarios hacen necesario examinar la transferibilidad de los resultados encontrados en otros entornos. En este sentido, Tang et al. (2024) demostraron que una intervención basada en robótica puede generar resultados educativos favorables con estudiantes rurales, aportando evidencia de que este tipo de experiencias no debe restringirse a escuelas urbanas o con alta disponibilidad tecnológica. Del mismo modo, investigaciones desarrolladas recientemente en comunidades vulnerables latinoamericanas han comenzado a mostrar posibilidades de utilizar robótica educativa mediante configuraciones de bajo costo y diseños pedagógicos contextualizados, aunque la evidencia regional continúa siendo comparativamente limitada (Acosta-Amaya et al., 2025).

La necesidad de ampliar esta evidencia adquiere particular relevancia en el contexto ecuatoriano. El presente estudio se desarrolló en una institución educativa pública ubicada en el sector rural del cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas, Ecuador, con estudiantes de décimo año de Educación General Básica. En este escenario educativo se identificaron oportunidades limitadas para que los estudiantes participaran sistemáticamente en experiencias de diseño, programación y construcción de soluciones tecnológicas orientadas al desarrollo del pensamiento computacional. Aunque la institución dispone de determinados recursos tecnológicos, su incorporación pedagógica no se había estructurado previamente mediante una intervención que integrara Aprendizaje Basado en Proyectos y robótica educativa.

Esta situación plantea una brecha de investigación que trasciende la simple disponibilidad de tecnologías. Si bien los metaanálisis recientes muestran efectos favorables tanto del ABP como de la robótica educativa sobre el pensamiento computacional (Hong, 2024; Zhang et al., 2024), y existen experiencias que integran explícitamente ambas aproximaciones (Pou et al., 2022), todavía resulta necesario determinar cómo se manifiestan estos resultados cuando la intervención se desarrolla con estudiantes de Educación General Básica pertenecientes a un contexto rural ecuatoriano. La limitada

representación de estos escenarios en la literatura restringe la posibilidad de conocer si los beneficios identificados internacionalmente pueden observarse bajo condiciones educativas y sociotecnológicas diferentes.

Por consiguiente, el aporte del presente estudio radica en analizar una intervención que articula tres componentes que habitualmente han sido estudiados de manera independiente o en contextos distintos: Aprendizaje Basado en Proyectos, robótica educativa y pensamiento computacional. Su contribución contextual reside en generar evidencia empírica desde una institución pública rural ecuatoriana, una población escasamente representada en las investigaciones internacionales sobre educación STEM y tecnologías emergentes. De este modo, el estudio no pretende únicamente determinar si se producen cambios en pensamiento computacional, sino aportar evidencia acerca de la viabilidad educativa de implementar experiencias tecnológicas activas y contextualizadas en escenarios rurales.

A partir de esta brecha se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿qué cambios se producen en el pensamiento computacional de estudiantes de décimo año de Educación General Básica de una institución educativa rural ecuatoriana después de participar en una intervención de Aprendizaje Basado en Proyectos mediada por robótica educativa? Esta formulación resulta coherente con un diseño pretest-posttest sin grupo control y evita atribuir causalidad absoluta a la intervención.

En correspondencia con la pregunta planteada, el objetivo general fue analizar los cambios en el pensamiento computacional de estudiantes de décimo año de Educación General Básica después de participar en una intervención de Aprendizaje Basado en Proyectos mediada por robótica educativa en una institución educativa rural ecuatoriana. De manera específica, se buscó identificar el nivel inicial de pensamiento computacional y sus dimensiones; implementar una intervención basada en ABP mediada por robótica educativa; comparar las puntuaciones obtenidas antes y después de la intervención; y determinar la magnitud de los cambios observados en las dimensiones de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y pensamiento algorítmico.

A partir de la evidencia disponible se planteó como hipótesis principal que los estudiantes presentarían puntuaciones significativamente superiores en pensamiento computacional después de participar en la intervención de Aprendizaje Basado en Proyectos mediada por robótica educativa respecto de sus puntuaciones iniciales (H1). Asimismo, considerando que la programación y construcción de prototipos requieren identificar información relevante, representar problemas y formular secuencias ordenadas de solución, se planteó que los cambios de mayor magnitud se observarían en las dimensiones de abstracción y pensamiento algorítmico (H2).

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de carácter aplicado, mediante un diseño preexperimental longitudinal de un solo grupo con mediciones pretest y posttest. Este diseño permitió examinar los cambios intraindividuales en el pensamiento computacional de estudiantes de décimo año de Educación General Básica antes y después de participar en una intervención de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) mediada por robótica educativa. La elección de un diseño de grupo único respondió a las características organizativas de la institución educativa y a la imposibilidad de realizar asignación aleatoria o conformar un grupo de comparación equivalente. En consecuencia, las diferencias entre ambas mediciones fueron interpretadas como cambios observados después de la intervención y no como evidencia de causalidad exclusiva, considerando las amenazas a la validez interna inherentes a los diseños sin grupo control.

El estudio se desarrolló en una institución educativa pública ubicada en el sector rural del cantón Marcelino Maridueña, provincia del Guayas, Ecuador, durante el período lectivo 2026–2027. La

población accesible estuvo constituida por los estudiantes matriculados en décimo año de Educación General Básica. Debido al reducido número de participantes disponibles y al interés de incorporar a toda la población accesible, se trabajó con un muestreo no probabilístico de tipo censal, obteniéndose una muestra analítica de 24 estudiantes con edades comprendidas entre 13 y 15 años. Los criterios de inclusión fueron encontrarse legalmente matriculado en décimo año, disponer del consentimiento informado del representante legal, expresar asentimiento para participar y completar las mediciones pretest y posttest. Se consideraron criterios de exclusión la ausencia en alguna de las dos evaluaciones o una participación insuficiente durante la intervención que imposibilitara una exposición adecuada a las actividades programadas. No se establecieron criterios de selección relacionados con experiencia previa en programación o robótica, con la finalidad de conservar la heterogeneidad natural del grupo.

La intervención educativa constituyó la condición pedagógica del estudio y articuló los principios del Aprendizaje Basado en Proyectos con actividades de robótica educativa. El ABP se operacionalizó como una secuencia de aprendizaje centrada en problemas contextualizados que demandaron investigación, planificación, trabajo colaborativo, construcción de productos, evaluación de soluciones y comunicación de resultados. La robótica educativa funcionó como medio tecnológico para materializar las soluciones planteadas mediante procesos de diseño, construcción, programación, experimentación y depuración de prototipos. Esta articulación se fundamentó en la compatibilidad existente entre ABP, construcción de artefactos y pensamiento computacional, debido a que estos enfoques demandan que los estudiantes descompongan problemas, identifiquen regularidades, representen información relevante y organicen secuencias de acciones orientadas a alcanzar una solución (Pou et al., 2022; Zhang et al., 2024).

El resultado principal fue el pensamiento computacional, conceptualizado como el conjunto de procesos cognitivos utilizados para formular, representar y resolver problemas mediante procedimientos sistemáticos. Su operacionalización comprendió cuatro dimensiones: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y pensamiento algorítmico. La descomposición correspondió a la capacidad para dividir problemas complejos en componentes más simples y manejables; el reconocimiento de patrones implicó identificar regularidades, semejanzas y relaciones entre datos o situaciones; la abstracción comprendió la identificación de la información esencial y la exclusión de elementos irrelevantes; y el pensamiento algorítmico se relacionó con la construcción de secuencias lógicas y ordenadas de acciones para alcanzar una solución. Estas dimensiones han sido reconocidas en modelos contemporáneos de evaluación del pensamiento computacional y resultan especialmente pertinentes para analizar experiencias educativas vinculadas con programación y robótica.

Para evaluar el pensamiento computacional se empleó una prueba de desempeño constituida por 16 problemas, distribuidos equitativamente entre las cuatro dimensiones establecidas: cuatro ítems de descomposición, cuatro de reconocimiento de patrones, cuatro de abstracción y cuatro de pensamiento algorítmico. A diferencia de una escala de autopercepción, la prueba requirió que los estudiantes resolvieran situaciones problemáticas, permitiendo obtener evidencia directa de su desempeño en los procesos cognitivos evaluados. Cada respuesta fue calificada mediante criterios previamente establecidos, asignándose un punto a la solución correcta y cero puntos a la respuesta incorrecta. En consecuencia, cada dimensión presentó un rango de 0 a 4 puntos y la puntuación global osciló entre 0 y 16, donde puntuaciones superiores representaron un mayor desempeño en pensamiento computacional.

La selección y estructuración de la prueba se fundamentó en investigaciones contemporáneas que reconocen la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el pensamiento algorítmico como componentes centrales del pensamiento computacional. Debido a las características socioculturales y educativas de la población participante, se realizó una adaptación

lingüística y contextual de las situaciones planteadas, procurando conservar la demanda cognitiva de los problemas originales. Las modificaciones se limitaron a expresiones lingüísticas, instrucciones y elementos contextuales que pudieran dificultar la comprensión por razones diferentes al constructo evaluado.

La versión adaptada del instrumento fue sometida a validación de contenido mediante juicio de cinco expertos con experiencia en investigación educativa, tecnología educativa, pensamiento computacional y/o robótica educativa. Los especialistas evaluaron la suficiencia, claridad, coherencia y relevancia de los reactivos respecto de las dimensiones establecidas. Las observaciones fueron analizadas antes de elaborar la versión definitiva y se efectuaron los ajustes necesarios sin modificar la competencia cognitiva evaluada por cada problema. Para fortalecer la evidencia de validez de contenido, las valoraciones de los expertos se sintetizaron mediante un índice de acuerdo apropiado, reportándose posteriormente los coeficientes obtenidos para los reactivos y el instrumento global.

Antes de la aplicación definitiva se efectuó una prueba piloto con estudiantes de características académicas semejantes a la población objetivo que no formaron parte de la muestra analítica. El pilotaje permitió evaluar la comprensión de las instrucciones, claridad de los problemas, funcionamiento de las alternativas de respuesta, tiempo requerido para completar la prueba y posibles dificultades derivadas de la adaptación contextual. La fiabilidad de las puntuaciones fue estimada a partir de los datos empíricos. Debido al carácter dicotómico de los reactivos, se priorizó el coeficiente Kuder-Richardson 20 (KR-20) para estimar la consistencia interna de la puntuación global; de manera complementaria, se estimó omega de McDonald cuando las características de los datos permitieron su cálculo. Los coeficientes obtenidos fueron interpretados como evidencia de fiabilidad específica de las puntuaciones generadas en la población estudiada y no como propiedades invariables del instrumento.

La intervención pedagógica se desarrolló durante diez semanas consecutivas. Inicialmente, los estudiantes participaron en actividades de familiarización con los componentes básicos de robótica y los principios necesarios para desarrollar los proyectos. Posteriormente, organizados en equipos colaborativos, abordaron situaciones problemáticas relacionadas con su entorno, analizaron sus componentes y formularon alternativas susceptibles de ser representadas mediante soluciones robóticas. El proceso de trabajo siguió una secuencia de identificación y delimitación del problema, descomposición en subtarefas, búsqueda de regularidades, selección de información relevante, diseño de la solución, construcción del prototipo, programación, prueba, identificación de errores, depuración, reformulación y comunicación de resultados. Esta secuencia procuró activar explícitamente los cuatro componentes del pensamiento computacional evaluados por el instrumento.

Durante la intervención, el docente asumió un rol de mediador, proporcionando orientación, preguntas de andamiaje y retroalimentación durante el desarrollo de los proyectos, sin sustituir las decisiones adoptadas por los estudiantes. El error fue incorporado como parte del proceso de resolución de problemas mediante ciclos sucesivos de prueba y depuración. El trabajo colaborativo permitió discutir alternativas, contrastar procedimientos y justificar las decisiones adoptadas durante el diseño y programación de los prototipos. Al finalizar los proyectos, los equipos presentaron las soluciones desarrolladas y explicaron el procedimiento seguido desde la identificación inicial del problema hasta la obtención del producto final.

Con el propósito de favorecer la fidelidad de implementación, las actividades siguieron una planificación previamente establecida para todos los participantes. Se mantuvieron constantes los objetivos de aprendizaje, las etapas del ABP, los criterios de acompañamiento docente y las oportunidades de interacción con los recursos de robótica educativa. Asimismo, se registró la asistencia y participación en las sesiones con la finalidad de documentar el grado de exposición a la intervención. La robótica no se presentó como una actividad tecnológica aislada, sino como un recurso

integrado en proyectos orientados a la resolución de problemas, diferenciando así la intervención de prácticas centradas exclusivamente en la manipulación instrumental de dispositivos.

El procedimiento se organizó en cuatro fases. En la primera se gestionaron las autorizaciones institucionales, el consentimiento informado de los representantes legales y el asentimiento de los estudiantes. Posteriormente se administró la prueba de pensamiento computacional como pretest bajo condiciones estandarizadas. La segunda fase comprendió la familiarización con la dinámica del ABP y los recursos de robótica educativa. Durante la tercera fase se desarrolló la intervención pedagógica durante las diez semanas programadas. Finalmente, una vez concluida la intervención, se aplicó la misma prueba como postest, manteniendo instrucciones, criterios de puntuación y condiciones equivalentes a las establecidas en la medición inicial. Los resultados de ambas aplicaciones fueron vinculados mediante códigos alfanuméricos para posibilitar comparaciones intraindividuales preservando el anonimato.

El análisis estadístico consideró al estudiante como unidad de análisis. Inicialmente se realizó una depuración de la base de datos para identificar registros incompletos, errores de codificación y valores atípicos. Posteriormente se calcularon estadísticos descriptivos para la puntuación global y las cuatro dimensiones del pensamiento computacional en ambas mediciones, incluyendo media, desviación estándar, mediana, rango intercuartílico, mínimo y máximo. Para cada participante se calculó posteriormente una puntuación de cambio mediante la diferencia entre postest y pretest ($\Delta = \text{postest} - \text{pretest}$), tanto para la puntuación global como para cada dimensión.

Debido al diseño de medidas repetidas y al tamaño de la muestra, la selección del procedimiento inferencial se realizó considerando la distribución de las puntuaciones de cambio. La normalidad de las diferencias pretest-postest se examinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la inspección de gráficos Q-Q. Cuando las puntuaciones de diferencia mostraron una distribución compatible con normalidad, se empleó la prueba t de Student para muestras relacionadas; cuando este supuesto no se cumplió, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon como alternativa no paramétrica. Todas las pruebas fueron bilaterales y se estableció un nivel de significación de $\alpha = .05$.

La significación estadística se complementó con estimaciones de magnitud del cambio. Para las comparaciones paramétricas pareadas se calculó Cohen's d a partir de la media y desviación estándar de las diferencias individuales, mientras que para las comparaciones no paramétricas se utilizó una medida de tamaño del efecto compatible con la prueba de Wilcoxon. Se estimaron intervalos de confianza del 95 % para las diferencias observadas y, cuando fue estadísticamente viable, para los tamaños del efecto. De esta manera, la interpretación de los resultados consideró conjuntamente significación estadística, precisión de las estimaciones y relevancia práctica de los cambios, evitando depender exclusivamente de los valores de p.

El análisis principal correspondió a la comparación de la puntuación global pretest-postest, mientras que las comparaciones de las cuatro dimensiones se consideraron análisis secundarios destinados a identificar el perfil de cambio producido durante la intervención. Para estos análisis dimensionales se consideró el riesgo de inflación del error Tipo I derivado de comparaciones múltiples, aplicándose un procedimiento de ajuste cuando correspondió. Asimismo, se realizó un análisis de sensibilidad mediante pruebas no paramétricas cuando las características de los datos así lo aconsejaron, con el propósito de examinar la robustez de los resultados obtenidos.

Dada la ausencia de un grupo control, los resultados fueron interpretados como cambios intraindividuales temporalmente asociados con la intervención y no como estimaciones causales puras de su efecto. Se consideraron explícitamente amenazas potenciales a la validez interna, entre ellas maduración, historia, efecto de prueba y familiarización con el instrumento. Por esta razón, la

magnitud de las diferencias, sus intervalos de confianza y la consistencia del patrón encontrado entre las diferentes dimensiones constituyeron elementos centrales para valorar los resultados. Los análisis estadísticos fueron realizados mediante IBM SPSS Statistics versión 29, reportándose tamaño muestral, estadísticos descriptivos, estadísticos de contraste, grados de libertad cuando correspondió, valores de p , intervalos de confianza y tamaños del efecto.

La investigación se desarrolló respetando los principios éticos aplicables a estudios educativos con menores de edad. La participación fue voluntaria y requirió consentimiento informado de los representantes legales y asentimiento de los estudiantes. Se informó a los participantes sobre los objetivos y procedimientos del estudio, la confidencialidad de la información y su derecho a retirarse sin consecuencias académicas. Los registros fueron anonimizados mediante códigos alfanuméricos y utilizados exclusivamente con fines científicos. La intervención no implicó procedimientos invasivos, privación de experiencias educativas ni modificación de las calificaciones académicas regulares de los participantes. Los resultados fueron procesados y comunicados de forma agregada, preservando la identidad de los estudiantes y de la institución educativa.

RESULTADOS

Se analizaron los registros completos de 24 estudiantes de décimo año de Educación General Básica que participaron en las mediciones pretest y postest. No se identificaron datos perdidos en las variables analizadas. La puntuación global de pensamiento computacional, establecida como resultado primario, presentó un rango teórico de 0 a 16 puntos. Los resultados secundarios correspondieron a las dimensiones de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y pensamiento algorítmico, cada una con un rango de 0 a 4 puntos. Los análisis inferenciales se realizaron sobre datos pareados, considerando las diferencias intraindividuales entre ambas mediciones.

Tabla 1

Estadísticos descriptivos del pensamiento computacional en pretest

Dimensión	Pretest M (DE)	Postest M (DE)	Pretest % máximo	Postest % máximo	Cambio medio
Descomposición	1.75 (1.11)	3.21 (0.88)	43.75 %	80.21 %	+1.46
Reconocimiento de patrones	1.83 (1.20)	3.58 (0.65)	45.83 %	89.58 %	+1.75
Abstracción	1.50 (0.72)	3.67 (0.56)	37.50 %	91.67 %	+2.17
Pensamiento algorítmico	2.00 (0.78)	3.63 (0.49)	50.00 %	90.63 %	+1.63
Pensamiento computacional global	7.08 (1.95)	14.08 (1.38)	44.27 %	88.02 %	+7.00

Nota: M = media; DE = desviación estándar. Las dimensiones presentan un rango de 0–4 y la puntuación global de 0–16.

Fuente: elaboración propia.

La Tabla 1 muestra puntuaciones postest superiores a las obtenidas en el pretest en el resultado global y en las cuatro dimensiones. La puntuación global aumentó de $M = 7.08$ ($DE = 1.95$) a $M = 14.08$ ($DE = 1.38$), lo que representa una diferencia media de 7.00 puntos y un desplazamiento del 44.27 % al 88.02 % de la puntuación máxima posible. Entre las dimensiones, la mayor diferencia absoluta correspondió a abstracción ($\Delta = +2.17$), seguida de reconocimiento de patrones ($\Delta = +1.75$), pensamiento algorítmico ($\Delta = +1.63$) y descomposición ($\Delta = +1.46$).

Tabla 2

Normalidad de las diferencias pretest-postest y selección de la prueba inferencial

Resultado	p de Shapiro-Wilk	Criterio	Contraste seleccionado
Descomposición	.200	Compatible con normalidad	t pareada
Reconocimiento de patrones	.075	Compatible con normalidad	t pareada
Abstracción	.006	No compatible con normalidad	Wilcoxon
Pensamiento algorítmico	.008	No compatible con normalidad	Wilcoxon
Pensamiento computacional global	.199	Compatible con normalidad	t pareada

Nota: La normalidad se examinó sobre las diferencias individuales $\Delta = \text{postest} - \text{pretest}$.

Fuente: elaboración propia.

El análisis de las diferencias mostró distribuciones compatibles con normalidad para la puntuación global, descomposición y reconocimiento de patrones ($p > .05$). En consecuencia, estas comparaciones se realizaron mediante la prueba t para muestras relacionadas. Por el contrario, las diferencias de abstracción ($p = .006$) y pensamiento algorítmico ($p = .008$) mostraron desviaciones significativas de la normalidad, por lo que se analizaron mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Tabla 3

Comparación pretest-postest de la puntuación global de pensamiento computacional.

Pretest M (DE)	Postest M (DE)	ΔM	IC 95 % de Δ	t(gl)	p	Cohen's dz
7.08 (1.95)	14.08 (1.38)	7.00	[6.10, 7.90]	16.13 (23)	< .001	3.29

Nota: ΔM = diferencia media postest – pretest; IC = intervalo de confianza.

Fuente: elaboración propia.

La puntuación global de pensamiento computacional fue significativamente superior en el postest respecto del pretest, $t(23) = 16.13$, $p < .001$, con una diferencia media de 7.00 puntos, IC 95 % [6.10, 7.90]. El intervalo de confianza no incluyó cero y mostró una dirección consistente a favor de la medición posterior. La magnitud estandarizada de la diferencia fue elevada ($dz = 3.29$). Estos resultados respaldaron H1, según la cual las puntuaciones de pensamiento computacional serían superiores después de la intervención.

Tabla 4

Comparación inferencial de las dimensiones del pensamiento computacional

Dimensión	Pretest M (DE)	Postest M (DE)	Δ	Prueba	Estadístico	p ajustada Holm	Tamaño del efecto
Descomposición	1.75 (1.11)	3.21 (0.88)	+1.46	t pareada	t = 5.05	< .001	dz = 1.03
Reconocimiento de patrones	1.83 (1.20)	3.58 (0.65)	+1.75	t pareada	t = 5.90	< .001	dz = 1.21
Abstracción	1.50 (0.72)	3.67 (0.56)	+2.17	Wilcoxon	W = 0.00	< .001	rrb = 1.00
Pensamiento algorítmico	2.00 (0.78)	3.63 (0.49)	+1.63	Wilcoxon	W = 0.00	< .001	rrb = 1.00

Nota: Δ = diferencia media posttest – pretest; dz = Cohen's dz; rrb = correlación biserial por rangos. Los valores de p correspondientes a los cuatro resultados secundarios fueron ajustados mediante el procedimiento secuencial de Holm.

Fuente: elaboración propia.

Las cuatro dimensiones presentaron diferencias significativas entre las mediciones después de controlar las comparaciones múltiples mediante el procedimiento de Holm (p ajustada < .001). En descomposición se observó una diferencia de 1.46 puntos, $t(23) = 5.05$, $p < .001$, $dz = 1.03$, mientras que reconocimiento de patrones presentó una diferencia de 1.75 puntos, $t(23) = 5.90$, $p < .001$, $dz = 1.21$. Ambas comparaciones mostraron magnitudes estandarizadas elevadas.

En las dimensiones que no cumplieron el supuesto de normalidad, la prueba de Wilcoxon mostró diferencias significativas tanto en abstracción ($W = 0.00$, p ajustada < .001, $rrb = 1.00$) como en pensamiento algorítmico ($W = 0.00$, p ajustada < .001, $rrb = 1.00$). La abstracción presentó además la mayor diferencia descriptiva entre las cuatro dimensiones ($\Delta = +2.17$), mientras que el pensamiento algorítmico aumentó 1.63 puntos. La dirección de los rangos fue predominantemente favorable al posttest en ambas dimensiones.

En conjunto, los resultados evidenciaron un patrón consistente de incremento en el pensamiento computacional después de la intervención, tanto en la puntuación global como en sus cuatro dimensiones. Las diferencias observadas fueron estadísticamente significativas y conservaron su robustez tras el ajuste por comparaciones múltiples, destacándose especialmente la abstracción por presentar el mayor incremento descriptivo. No obstante, los hallazgos deben interpretarse dentro de los límites propios de un diseño preexperimental de grupo único; por ello, constituyen evidencia de cambios intraindividuales temporalmente asociados con el Aprendizaje Basado en Proyectos mediado por robótica educativa, sin atribuir causalidad exclusiva a la intervención.

DISCUSIÓN

Los resultados del estudio evidenciaron diferencias consistentes entre las mediciones pretest y posttest del pensamiento computacional en estudiantes de décimo año de Educación General Básica de un contexto rural ecuatoriano. La puntuación global aumentó de 7.08 a 14.08 puntos y la comparación pareada mostró una diferencia estadísticamente significativa, acompañada de una magnitud estandarizada elevada. En términos generales, este patrón coincide con la literatura reciente que identifica efectos favorables de las metodologías activas y de la robótica educativa sobre el desarrollo del pensamiento computacional. Zhang et al. (2024), mediante un metaanálisis de 31

estudios experimentales y cuasiexperimentales, concluyeron que el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) favorece significativamente el pensamiento computacional, aunque la magnitud de los efectos varía en función de las características de las intervenciones y de los participantes. En este sentido, los resultados obtenidos amplían esta evidencia hacia un escenario todavía escasamente representado: estudiantes de Educación General Básica pertenecientes a una institución pública rural ecuatoriana.

La magnitud del cambio global observada en el presente estudio debe, sin embargo, interpretarse con especial prudencia. El valor de Cohen's $d_z = 3.29$ supera ampliamente los tamaños promedio comunicados en metaanálisis recientes sobre robótica educativa. Por ejemplo, Hong (2024) encontró, a partir de 27 estudios experimentales y cuasiexperimentales con población K-12, un efecto global positivo de los robots educativos sobre el pensamiento computacional de $SMD = 0.558$, además de identificar diferencias relacionadas con el nivel educativo, modalidad de enseñanza, participación, duración de la intervención y tamaño muestral. De forma convergente, otros metaanálisis recientes sitúan los efectos promedio de la robótica educativa sobre competencias STEM y pensamiento computacional en magnitudes moderadas, aunque con considerable heterogeneidad entre investigaciones (Ouyang et al., 2024). Por tanto, el elevado efecto encontrado en esta investigación no debería interpretarse como evidencia de superioridad de la intervención respecto de otros programas, sino considerando conjuntamente el reducido tamaño de la muestra, el diseño de grupo único, las características del instrumento y la posible proximidad entre las competencias ejercitadas durante la intervención y las evaluadas en el postest.

El análisis dimensional aporta información adicional para comprender la naturaleza de los cambios observados. Las cuatro dimensiones evaluadas presentaron diferencias significativas después del ajuste de Holm, lo que indica que el patrón no se concentró en un único componente del pensamiento computacional. Este resultado resulta congruente con la naturaleza multidimensional de las experiencias de robótica educativa, en las cuales los estudiantes deben analizar problemas, identificar regularidades, seleccionar información relevante, formular secuencias de acciones, probar soluciones y corregir errores. La evidencia metaanalítica disponible respalda esta interpretación general, puesto que el aprendizaje apoyado por robótica muestra efectos favorables sobre diferentes componentes del pensamiento computacional, aunque estos efectos no necesariamente presentan la misma magnitud en todas sus manifestaciones (Hong, 2024).

Particularmente relevante fue el comportamiento de la abstracción, que presentó el mayor incremento descriptivo de las cuatro dimensiones, pasando de 1.50 a 3.67 puntos. Este resultado puede interpretarse a partir de las demandas cognitivas inherentes al proceso de diseño y programación de soluciones robóticas. Para construir una solución funcional, los estudiantes necesitan identificar los componentes esenciales de una situación problemática, diferenciar información relevante de aquella que no contribuye directamente a la solución y representar el problema de una manera susceptible de ser operacionalizada. Desde esta perspectiva, la robótica puede actuar como un entorno tangible en el que procesos abstractos de resolución de problemas se traducen en decisiones concretas de diseño y programación. La revisión sistemática de Marín-Marín et al. (2024) muestra precisamente que la utilización de programación y Arduino en educación secundaria se ha vinculado con experiencias de resolución de problemas, programación, experimentación e integración interdisciplinaria, aunque los autores también advierten que la complejidad de determinadas actividades puede constituir una dificultad para los estudiantes.

El pensamiento algorítmico presentó igualmente una diferencia significativa y una dirección consistente favorable al postest. Este hallazgo posee especial pertinencia para una intervención mediada por robótica educativa, dado que programar el comportamiento de un prototipo requiere formular secuencias ordenadas de instrucciones, anticipar resultados, comprobar su funcionamiento y modificar los procedimientos cuando el resultado obtenido difiere del esperado. En este sentido, la

combinación entre programación y manipulación de dispositivos físicos puede proporcionar retroalimentación inmediata sobre la validez de los algoritmos formulados. Los resultados son coherentes con la revisión de Marín-Marín et al. (2024), quienes identificaron la programación como uno de los principales usos educativos de Arduino en educación secundaria y destacaron su incorporación en proyectos interdisciplinarios STEM/STEAM.

No obstante, los resultados proporcionan apoyo parcial a la segunda hipótesis. Aunque se había planteado que abstracción y pensamiento algorítmico presentarían los cambios de mayor magnitud, la abstracción registró efectivamente el incremento absoluto más elevado (+2.17), mientras que el segundo mayor cambio correspondió al reconocimiento de patrones (+1.75), ligeramente superior al pensamiento algorítmico (+1.63). Este resultado es relevante porque evita interpretar el desarrollo del pensamiento computacional como un proceso uniforme o completamente anticipable. La resolución de proyectos robóticos expone simultáneamente al estudiante a regularidades en estructuras de programación, comportamientos repetitivos de los dispositivos y relaciones entre entradas, procesos y respuestas, lo que podría contribuir al fortalecimiento del reconocimiento de patrones. En consecuencia, los datos sugieren que la integración entre ABP y robótica puede activar de manera interrelacionada diferentes procesos del pensamiento computacional, en lugar de producir efectos exclusivamente concentrados en aquellas dimensiones directamente vinculadas con la programación.

La combinación pedagógica utilizada constituye otro aspecto relevante para interpretar los resultados. La robótica no fue implementada como una actividad tecnológica aislada, sino integrada dentro de una estructura de Aprendizaje Basado en Proyectos. Valls Pou et al. (2022) sostienen que el pensamiento computacional y la robótica educativa pueden articularse dentro del ABP, especialmente cuando los estudiantes desarrollan proyectos contextualizados que demandan construcción, programación y resolución progresiva de problemas. Esta integración resulta conceptualmente cercana a la intervención analizada, en la que los estudiantes avanzaron desde la identificación del problema hasta el diseño, construcción, programación, prueba y depuración de prototipos. Por tanto, el patrón encontrado podría estar relacionado no únicamente con la presencia de robots, sino con la arquitectura pedagógica dentro de la cual fueron utilizados, cuestión que también ha sido destacada por investigaciones que señalan que los efectos de la robótica dependen de las condiciones instruccionales y de implementación (Hong, 2024; Ouyang et al., 2024).

Desde esta perspectiva, los resultados permiten cuestionar una interpretación tecnocéntrica de la innovación educativa. La mejora observada no debería atribuirse simplemente a la incorporación de dispositivos robóticos, sino analizarse en relación con una experiencia que combinó problemas contextualizados, colaboración, programación, construcción de productos y ciclos iterativos de prueba y corrección. La evidencia acumulada indica precisamente que los efectos de la robótica educativa están condicionados por variables pedagógicas y contextuales y no únicamente por la presencia del recurso tecnológico (Hong, 2024; Ouyang et al., 2024). En consecuencia, para futuras implementaciones resulta más pertinente preguntar cómo se integra pedagógicamente la robótica que limitar el análisis a determinar si una institución dispone o no de estos recursos.

El contexto rural constituye, además, una contribución relevante del estudio. Gran parte de la literatura sobre robótica y pensamiento computacional se ha desarrollado en contextos educativos distintos de las instituciones rurales latinoamericanas. Tang et al. (2024) estudiaron una intervención basada en robótica con estudiantes rurales y mostraron que la integración de contenidos de ciencias de la computación en experiencias educativas puede favorecer variables relevantes para la participación de estos estudiantes en el área, particularmente la autoeficacia en ciencias de la computación. Aunque el constructo evaluado por dichos autores difiere del pensamiento computacional medido en la presente investigación, ambos estudios convergen en mostrar la viabilidad de desarrollar experiencias educativas vinculadas con robótica en poblaciones rurales, cuestionando la idea implícita de que estas

innovaciones requieren necesariamente contextos urbanos o escenarios de alta disponibilidad tecnológica.

La especificidad del contexto impide, sin embargo, asumir que los resultados son directamente generalizables al conjunto de estudiantes rurales ecuatorianos. La muestra estuvo constituida por 24 estudiantes pertenecientes a una sola institución y no fue seleccionada probabilísticamente. Esta característica constituye simultáneamente una limitación y una aportación contextual: restringe la validez externa, pero proporciona evidencia situada sobre una población poco representada en la investigación internacional. Por ello, más que plantear generalizaciones poblacionales amplias, los resultados deben entenderse como evidencia preliminar que justifica ampliar la investigación hacia otras instituciones rurales, provincias y configuraciones sociotecnológicas.

Las características del diseño también requieren cautela respecto de la validez interna. La ausencia de un grupo de comparación impide descartar explicaciones alternativas como maduración, historia, efecto de prueba o familiarización con el instrumento. Por consiguiente, aunque las diferencias pretest-postest fueron estadísticamente significativas y presentaron magnitudes elevadas, no es posible atribuir las exclusivamente a la intervención. Esta limitación adquiere especial importancia ante el tamaño del efecto global observado. Futuros estudios deberían incorporar grupos de comparación equivalentes, asignación aleatoria cuando resulte viable o diseños cuasiexperimentales con múltiples instituciones, además de mediciones de seguimiento que permitan establecer si las diferencias persisten después de finalizada la intervención.

Otra consideración se relaciona con la medición. El empleo de una prueba de desempeño representa una fortaleza frente a instrumentos basados exclusivamente en autopercepción, porque exige resolver situaciones asociadas con componentes específicos del pensamiento computacional. No obstante, la proximidad entre las actividades desarrolladas durante las diez semanas y las habilidades examinadas podría haber favorecido parte del rendimiento posterior. Futuras investigaciones deberían complementar estas medidas con problemas de transferencia —es decir, situaciones diferentes de las practicadas durante la intervención— para determinar si los aprendizajes adquiridos se generalizan hacia contextos y problemas novedosos. Asimismo, resultaría pertinente incorporar indicadores de fidelidad de implementación y análisis cualitativos de los procesos de diseño, programación y depuración desarrollados por los equipos.

En conjunto, el estudio aporta evidencia preliminar favorable sobre la integración del ABP y la robótica educativa como configuración pedagógica para promover el pensamiento computacional en un contexto rural ecuatoriano. Los resultados convergen con metaanálisis recientes que reportan efectos positivos del ABP sobre el pensamiento computacional y de la robótica educativa sobre competencias computacionales y STEM (Hong, 2024; Ouyang et al., 2024; Zhang et al., 2024), al tiempo que extienden esta discusión hacia una población rural latinoamericana escasamente representada. Sin embargo, la contribución principal no radica en sostener que la tecnología, por sí misma, explica las diferencias encontradas, sino en mostrar que la robótica integrada dentro de proyectos contextualizados, colaborativos e iterativos constituye una vía pedagógica plausible para generar oportunidades de desarrollo del pensamiento computacional en escenarios rurales. Esta interpretación deberá confirmarse mediante investigaciones con muestras más amplias, grupos de comparación y medidas longitudinales.

CONCLUSIONES

Los resultados evidenciaron cambios estadísticamente significativos en el pensamiento computacional de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica después de participar en una intervención de Aprendizaje Basado en Proyectos mediada por robótica educativa. Las puntuaciones posteriores fueron superiores tanto en el resultado global como en las dimensiones de

descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y pensamiento algorítmico, con magnitudes de cambio relevantes. En consecuencia, los hallazgos respaldaron la primera hipótesis y mostraron que el cambio observado no estuvo circunscrito a un único componente del pensamiento computacional.

El comportamiento de las dimensiones reveló, además, un desarrollo diferenciado. La abstracción presentó el mayor incremento descriptivo, seguida del reconocimiento de patrones, el pensamiento algorítmico y la descomposición. Por consiguiente, la segunda hipótesis recibió apoyo parcial, dado que la abstracción mostró el mayor cambio previsto, mientras que el reconocimiento de patrones superó al pensamiento algorítmico en la magnitud absoluta de la diferencia. Este resultado aporta evidencia sobre el carácter multidimensional del pensamiento computacional y sugiere que las experiencias educativas que integran resolución de problemas, construcción y programación pueden involucrar simultáneamente diferentes procesos cognitivos.

La principal contribución del estudio reside en aportar evidencia situada sobre la implementación del ABP mediado por robótica educativa en un contexto rural ecuatoriano, escenario todavía escasamente representado en la literatura internacional sobre pensamiento computacional y educación STEM. Los hallazgos muestran que es viable desarrollar experiencias pedagógicas que articulen proyectos contextualizados, colaboración, diseño, programación y construcción de prototipos con estudiantes de Educación General Básica en instituciones rurales. Desde esta perspectiva, la innovación no radica únicamente en incorporar dispositivos robóticos, sino en integrarlos dentro de una estructura pedagógica orientada a la resolución activa y contextualizada de problemas.

Los hallazgos deben interpretarse considerando las características del diseño. La ausencia de un grupo de comparación, el tamaño reducido de la muestra y la participación de una única institución impiden atribuir los cambios exclusivamente a la intervención y restringen su generalización a otras poblaciones. Por ello, los resultados constituyen evidencia preliminar de cambios intraindividuales temporalmente asociados con la experiencia educativa, antes que una estimación causal definitiva de su efectividad. Futuras investigaciones deberían contrastar estos resultados mediante diseños cuasiexperimentales con grupos de comparación, muestras rurales más amplias y diversas y mediciones de seguimiento que permitan examinar la permanencia y transferencia del pensamiento computacional.

REFERENCIAS

- Alonso-García, S., Rodríguez Fuentes, A.-V., Ramos Navas-Parejo, M., & Victoria-Maldonado, J.-J. (2024). Enhancing computational thinking in early childhood education with educational robotics: A meta-analysis. *Heliyon*, 10(13), e33249. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33249>
- Bakala, E., Gerosa, A., Hourcade, J. P., & Tejera, G. (2021). Preschool children, robots, and computational thinking: A systematic review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100337. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100337>
- Ching, Y.-H., & Hsu, Y.-C. (2024). Educational robotics for developing computational thinking in young learners: A systematic review. *TechTrends*, 68(3), 423–434. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>
- Hong, L. (2024). The impact of educational robots on students' computational thinking: A meta-analysis of K–12. *Education and Information Technologies*, 29(11), 13813–13838. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12415-y>
- Lee, S. J., Francom, G. M., & Nuatomue, J. (2022). Computer science education and K–12 students' computational thinking: A systematic review. *International Journal of Educational Research*, 114, 102008. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.102008>
- Li, Y., Xu, S., & Liu, J. (2021). Development and validation of computational thinking assessment of Chinese elementary school students. *Journal of Pacific Rim Psychology*, 15, 1–22. <https://doi.org/10.1177/18344909211010240>
- Marín-Marín, J.-A., García-Tudela, P. A., & Dúo-Terrón, P. (2024). Computational thinking and programming with Arduino in education: A systematic review for secondary education. *Heliyon*, 10(8), e29177. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177>
- Montuori, C., Gambarota, F., Altoè, G., & Arfé, B. (2024). The cognitive effects of computational thinking: A systematic review and meta-analytic study. *Computers & Education*, 210, 104961. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104961>
- Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11, Article 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>
- Tang, H., Qian, Y., & Porter-Voss, S. (2024). Enhancing rural students' computer science self-efficacy in a robotics-based language arts course. *Education and Information Technologies*, 29, 25533–25550. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12875-w>
- UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO.
- Valls Pou, A., Canaleta, X., & Fonseca, D. (2022). Computational thinking and educational robotics integrated into project-based learning. *Sensors*, 22(10), 3746. <https://doi.org/10.3390/s22103746>
- Wang, Y., & Xie, B. (2024). Can robot-supported learning enhance computational thinking? A meta-analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 52, 101528. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101528>
- Zhang, W., Guan, Y., & Hu, Z. (2024). The efficacy of project-based learning in enhancing computational thinking among students: A meta-analysis of 31 experiments and quasi-experiments. *Education and Information Technologies*, 29, 14513–14545. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12392-2>

Zhang, Y., Luo, R., Zhu, Y., & Yin, Y. (2021). Educational robots improve K–12 students’ computational thinking and STEM attitudes: Systematic review. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7), 1450–1481. <https://doi.org/10.1177/0735633121994070>

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