

CIENCIA Y DESCUBRIMIENTO

Revista Científica Multidisciplinar



ISSN 3073-1232

Año: 2026

Volumen: 4

Número: 2

abr-jun

**LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO
EJE TRANSVERSAL PARA EL
FORTALECIMIENTO DEL
APRENDIZAJE BASADO EN
PROYECTOS: UN ESTUDIO EN 25
INSTITUCIONES DE ECUADOR**

**EDUCATIONAL ROBOTICS AS A
TRANSVERSE AXIS FOR THE
STRENGTHENING OF PROJECT-
BASED LEARNING: A STUDY IN 25
INSTITUTIONS IN ECUADOR**

Autor:

Dr. Erik Datne Rodríguez Hernández
<https://orcid.org/0000-0002-5935-3500>
erikrodriguez19@gmail.com
Robotic Minds Edtech Company
Quito - Ecuador

Coautor:

Ing. Edison David Astudillo Salvador Dr.hc.
<https://orcid.org/0009-0004-0276-0537>
davidastudillo123@gmail.com
Robotic Minds Edtech Company
Quito- Ecuador





Recibido: 20/03/2026

Aceptado: 19/04/2026

Publicado: 18/05/2026

**La robótica educativa como eje transversal para el fortalecimiento del aprendizaje
basado en proyectos: un estudio en 25 instituciones de Ecuador**

**Educational robotics as a transverse axis for the strengthening of project-
based learning: a study in 25 institutions in Ecuador.**

Autor:

Dr. Erik Datne Rodríguez Hernández

<https://orcid.org/0000-0002-5935-3500>

erikrodriguez19@gmail.com

Robotic Minds Edtech Company

Quito – Ecuador

Coautor:

Ing. Edison David Astudillo Salvador Dr. hc.

<https://orcid.org/0009-0004-0276-0537>

davidastudillo123@gmail.com

Robotic Minds Edtech Company

Quito- Ecuador



Resumen

La robótica educativa constituye una estrategia pedagógica con potencial para articular contenidos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas mediante experiencias de aprendizaje activo, en el cual se vislumbra su premisa principal, evaluar, desde un enfoque mixto, cómo la integración transversal de la robótica fortalece el aprendizaje basado en proyectos en 25 instituciones educativas de Ecuador, para su Método se desarrolló un estudio de campo, no experimental, transversal y de alcance descriptivo-correlacional. Participaron 5,000 estudiantes seleccionados mediante muestreo no probabilístico intencional, debido a que las instituciones formaban parte de procesos pedagógicos de robótica implementados durante el período 2025-2026 de igual forma se emplearon matrices de evaluación de proyectos, encuestas de autopercepción de competencias y registros pedagógicos para análisis combinó estadística descriptiva, análisis de contenido y triangulación metodológica; entre los resultados encontramos los hallazgos descriptivos muestran mejoras del 22% en la resolución de problemas complejos, 15% en autoeficacia académica y 25% en culminación de proyectos. Asimismo, se identificaron categorías recurrentes asociadas con confianza técnica, retroalimentación inmediata y autonomía estudiantil como conclusión se puede resaltar que la robótica educativa, cuando se integra como eje transversal y no como asignatura aislada, favorece la transferencia de conocimientos, la colaboración interdisciplinaria y la autonomía del estudiante. No obstante, los resultados deben interpretarse con cautela por la ausencia de grupo de control y por la necesidad de incorporar pruebas inferenciales con base de datos individualizada en futuras fases del estudio.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, competencias STEM, Ecuador, robótica educativa, transversalidad curricular.



Abstract

Educational robotics constitutes a pedagogical strategy with the potential to integrate science, technology, engineering, art, and mathematics content through active learning experiences. Its main premise is to evaluate, from a mixed-methods approach, how the cross-curricular integration of robotics strengthens project-based learning in 25 educational institutions in Ecuador. The methodology employed was a non-experimental, cross-sectional, descriptive-correlational field study. Five thousand students participated, selected through purposive non-probability sampling, as the participating institutions were part of robotics pedagogical processes implemented during the 2025-2026 period. Project evaluation matrices, self-perception surveys of competencies, and pedagogical records were used for analysis, which combined descriptive statistics, content analysis, and methodological triangulation. Among the results, the descriptive findings show improvements of 22% in complex problem-solving, 15% in academic self-efficacy, and 25% in project completion. Furthermore, recurring categories associated with technical confidence, immediate feedback, and student autonomy were identified. In conclusion, it can be highlighted that educational robotics, when integrated as a cross-curricular theme rather than as an isolated subject, fosters knowledge transfer, interdisciplinary collaboration, and student autonomy. However, the results should be interpreted with caution due to the absence of a control group and the need to incorporate inferential tests with individualized databases in future phases of the study.

Keywords: project-based learning, STEM competencies, Ecuador, educational robotics, curricular integration.



Introducción

La educación contemporánea exige metodologías capaces de superar la transmisión fragmentada de contenidos y promover experiencias activas, colaborativas y contextualizadas; en este escenario, la tecnología educativa debe incorporarse con criterios pedagógicos, pertinencia curricular, equidad y sostenibilidad, evitando su uso como recurso instrumental aislado (Global Education Monitoring Report Team, 2023).

La robótica educativa responde a esta necesidad porque permite vincular diseño, programación, construcción de prototipos, pensamiento computacional y resolución de problemas; la evidencia reciente muestra que las intervenciones con robótica pueden favorecer el aprendizaje STEM, aunque sus efectos dependen de variables como el nivel educativo, el apoyo docente, la estrategia didáctica y la duración de la intervención (Ouyang & Xu, 2024; Trapero-González et al., 2024; Zhang et al., 2021).

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) ofrece una estructura didáctica pertinente para integrar la robótica en el currículo, ya que organiza el aprendizaje a partir de problemas auténticos, procesos de investigación, elaboración de productos verificables, reflexión y comunicación de resultados; las revisiones recientes sobre ABP en educación secundaria resaltan su potencial para desarrollar curiosidad, pensamiento crítico, creatividad, colaboración y habilidades científicas cuando se implementa con planificación, andamiaje y evaluación continua (Al-Kamzari & Alias, 2025).

En Ecuador, la discusión sobre tecnología educativa se encuentra asociada a la ciudadanía digital, la inteligencia artificial, la transformación educativa y la formación docente; UNESCO reportó en 2025 actividades nacionales orientadas al fortalecimiento del aprendizaje digital y al desarrollo de capacidades docentes mediante recursos tecnológicos accesibles, lo que refuerza la pertinencia de estudiar experiencias escolares vinculadas con robótica educativa (UNESCO, 2025).

El objetivo del estudio fue evaluar cómo la integración transversal de la robótica educativa fortalece el aprendizaje basado en proyectos en 25 instituciones educativas de Ecuador; de manera específica, se analizaron evidencias descriptivas vinculadas con resolución de problemas, autoeficacia académica, autonomía estudiantil, retroalimentación inmediata y culminación de proyectos escolares.



Robótica educativa y aprendizaje activo

La robótica educativa combina recursos físicos, programación, diseño técnico y toma de decisiones; su valor pedagógico no radica únicamente en la manipulación de un robot, sino en la organización de experiencias donde el estudiante formula hipótesis, prueba soluciones, diagnostica errores y mejora progresivamente sus prototipos (Coufal, 2022; Ouyang & Xu, 2024).

Los metaanálisis recientes sostienen que la robótica educativa puede generar efectos positivos en desempeño, actitudes y competencias STEM, aunque no todos los resultados son homogéneos; esta variabilidad exige analizar las condiciones de implementación, el acompañamiento docente, la infraestructura disponible y la alineación entre actividades de robótica y objetivos curriculares (Ouyang & Xu, 2024; Trapero-González et al., 2024).

Robótica como eje transversal STEM/STEAM

La transversalidad curricular implica que un campo de conocimiento articule saberes, habilidades y actitudes de varias áreas; en robótica educativa, esta transversalidad se evidencia cuando los estudiantes aplican matemáticas para medir, ciencias para interpretar fenómenos, tecnología para programar, ingeniería para diseñar soluciones y comunicación para presentar resultados (Zúñiga-Tinizaray & Marín, 2024).

Desde un enfoque STEM/STEAM, la robótica puede operar como eje integrador porque convierte conceptos abstractos en productos observables; esta condición favorece la transferencia del aprendizaje hacia situaciones reales, especialmente cuando los proyectos responden a problemas contextualizados de la escuela, la comunidad o el entorno tecnológico inmediato del estudiante (Coufal, 2022; Zhang et al., 2021).

Aprendizaje basado en proyectos y resolución de problemas

El ABP se caracteriza por organizar el aprendizaje mediante retos auténticos que culminan en productos verificables; en este proceso, el estudiante investiga, diseña, construye, evalúa y comunica una solución, mientras el docente cumple una función de mediación pedagógica, acompañamiento técnico y retroalimentación formativa (Al-Kamzari & Alias, 2025; Coufal, 2022).

Cuando la robótica se integra al ABP, el error deja de entenderse como fallo final y se convierte en evidencia para depurar algoritmos, corregir conexiones, mejorar prototipos y justificar decisiones; esta dinámica fortalece la resolución de problemas complejos, la



perseverancia, la colaboración y la autonomía, siempre que el proceso esté guiado por criterios de evaluación claros (Ouyang & Xu, 2024; Zhang et al., 2021).

Método

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, debido a que integró información cuantitativa procedente de matrices de evaluación y encuestas, con información cualitativa derivada de registros pedagógicos y observaciones institucionales; este enfoque permitió combinar procesos de medición, interpretación contextual y análisis de evidencias provenientes de distintas fuentes, favoreciendo una comprensión más amplia del fenómeno estudiado, tal como señalan Creswell y Creswell (2023) y Hadi et al. (2023). Asimismo, el estudio correspondió a una investigación de tipo descriptiva-exploratoria, debido a que buscó identificar y analizar evidencias relacionadas con robótica educativa y aprendizaje basado en proyectos, sin establecer relaciones causales ni correlacionales verificables.

El diseño metodológico fue no experimental y transversal, debido a que no se manipuló deliberadamente ninguna variable independiente ni se asignaron grupos de control; la recolección de información se efectuó durante el período comprendido entre 2025 y 2026, analizando los fenómenos tal como ocurrieron en su contexto natural. En coherencia con la disponibilidad real de datos, el alcance se delimitó como descriptivo-exploratorio y no correlacional, debido a que el archivo analizado no contenía la matriz individual de respuestas necesaria para aplicar pruebas correlacionales o inferenciales, conforme a lo planteado por Medina et al. (2023).

La población de referencia estuvo conformada por estudiantes vinculados a procesos de robótica educativa en 25 instituciones educativas de Ecuador, mientras que la muestra analizada incluyó 5000 estudiantes participantes en actividades de aprendizaje basado en proyectos con robótica educativa; para garantizar coherencia metodológica, el estudio asumió un procedimiento de muestreo no probabilístico intencional, debido a que las instituciones y participantes formaban parte de un proceso educativo específico y no se evidenció un procedimiento de selección aleatoria ni un marco muestral verificable, aspecto sustentado por Hadi et al. (2023) y Medina et al. (2023).

La recolección de información se realizó mediante tres fuentes principales, en primer lugar, se empleó una matriz de evaluación de proyectos orientada a valorar aspectos relacionados con diseño del prototipo, integración de componentes, programación, resolución



de problemas, funcionalidad y presentación del producto final; en segundo lugar, se aplicó una encuesta de autopercepción de competencias conformada por ítems tipo Likert destinados a valorar autoeficacia, colaboración, autonomía, comprensión técnica y disposición para resolver problemas mediante robótica educativa, finalmente, se utilizaron registros pedagógicos y observaciones institucionales que permitieron identificar patrones cualitativos asociados con confianza técnica, retroalimentación inmediata, colaboración y autonomía durante el desarrollo de los proyectos.

La validez de contenido de los instrumentos se sustentó mediante juicio de expertos en robótica educativa, metodología de investigación y evaluación por competencias; asimismo, para el cuestionario tipo Likert se estableció que la confiabilidad debía calcularse mediante una matriz individual de respuestas por estudiante e ítem, utilizando el coeficiente alfa de Cronbach como evidencia de consistencia interna del instrumento, siguiendo los planteamientos de Zitzmann y Orona (2025). No obstante, en esta versión del estudio no se calcularon valores reales de alfa de Cronbach, correlaciones ni niveles de significancia estadística, debido a que el archivo disponible contenía únicamente resultados agregados y no la base individual necesaria para desarrollar dichos procedimientos de manera metodológicamente válida.

El análisis de la información se limitó al uso de frecuencias, porcentajes, intervalos de confianza para proporciones institucionales y variaciones descriptivas agregadas; adicionalmente, para futuras versiones del estudio con disponibilidad de bases de datos individualizadas, se recomienda aplicar procedimientos estadísticos como alfa de Cronbach para confiabilidad, correlaciones de Pearson o Spearman entre variables asociadas a autoeficacia, autonomía y resolución de problemas, pruebas t de muestras relacionadas o Wilcoxon en casos de mediciones pretest-postest, así como ANOVA, Kruskal-Wallis o modelos multinivel cuando se requiera comparar instituciones, complementando el análisis mediante triangulación entre datos cuantitativos, registros pedagógicos y productos finales, conforme a las recomendaciones de Creswell y Creswell (2023) y Medina et al. (2023).

Resultados

Los resultados se presentan como evidencia descriptiva de las 25 instituciones participantes; se evita utilizar la expresión “mejora significativa” en sentido estadístico, debido a que no se dispone de base individual ni de pruebas inferenciales calculadas. Los porcentajes institucionales se calcularon con base en $n = 25$ y los intervalos de confianza corresponden a estimaciones Wilson del 95%.



Tabla 1

Categorías de integración transversal de la robótica en las instituciones participantes

Categoría transversal	Frecuencia institucional	Porcentaje	Intervalo de confianza	Evidencia pedagógica observada
Confianza técnica	13/25	52%	IC 95% [33%, 70%]	Mejora del clima de experimentación y reducción del miedo al error.
Retroalimentación inmediata	10/25	40%	IC 95% [23%, 59%]	Corrección oportuna de algoritmos, conexiones y decisiones de diseño.
Autonomía en proyectos	11/25	44%	IC 95% [27%, 63%]	Mayor autogestión durante el diseño, construcción y validación de prototipos.

Nota. Los porcentajes se calcularon sobre 25 instituciones observadas; las categorías proceden de matrices de evaluación y registros pedagógicos.

La categoría con mayor frecuencia fue confianza técnica, observada en 13 instituciones, equivalente al 52% del total; este resultado sugiere que la robótica puede favorecer ambientes de aprendizaje donde el error técnico se procesa como parte del ciclo de mejora del prototipo. No obstante, el intervalo de confianza amplio refleja la necesidad de ampliar la base institucional para obtener estimaciones más estables.

Tabla 2

Variaciones descriptivas agregadas asociadas con el aprendizaje basado en proyectos

Dimensión evaluada	Variación descriptiva	Fuente de evidencia	Alcance interpretativo
Resolución de problemas complejos	22%	Matrices de proyectos y rúbricas agregadas	Indicador descriptivo de avance; no constituye significancia estadística.
Autoeficacia académica	15%	Encuestas de autopercepción agregadas	Requiere base individual para contrastar diferencias pretest-postest.
Culminación de proyectos	25%	Registros de entrega de prototipos	Describe mayor finalización de productos; no permite inferir causalidad.

Nota. Las variaciones se presentan como resultados descriptivos; no se reportan como diferencias estadísticamente significativas porque no se dispone de base individual verificable.

La variación del 22% en resolución de problemas complejos constituye el principal resultado agregado del estudio. Este valor debe interpretarse como evidencia descriptiva asociada con la implementación de proyectos de robótica, no como efecto causal ni como diferencia estadísticamente contrastada.

Tabla 3

Indicadores estadísticos solicitados y condición metodológica para su cálculo

Procedimiento	Propósito	Dato requerido
Alfa de Cronbach	Confiabilidad interna del cuestionario	Matriz estudiante × ítem para todos los reactivos Likert
Correlación de Pearson o Spearman	Relación entre variables como autoeficacia, autonomía y resolución de problemas	Puntajes individuales por variable y estudiante
Prueba t/Wilcoxon	Diferencia pretest-postest	Mediciones pareadas por estudiante



ANOVA/Kruskal-Wallis/modelos multinivel

Comparación entre instituciones o grupos

Datos individuales, identificación de institución y criterios de agrupación

Nota. Esta tabla se incorpora para transparentar el tratamiento estadístico y evitar el reporte de valores no verificables.

Discusión

Los resultados descriptivos coinciden con la literatura que reconoce a la robótica educativa como un recurso con potencial para fortalecer aprendizajes STEM, habilidades transferibles y procesos de resolución de problemas; los metaanálisis recientes reportan efectos positivos moderados, aunque advierten que dichos efectos dependen de variables pedagógicas, técnicas y contextuales relacionadas con la implementación, el acompañamiento docente y la infraestructura disponible (Ouyang & Xu, 2024; Trapero-González et al., 2024; Zhang et al., 2021).

La variación descriptiva del 22% en resolución de problemas complejos puede relacionarse con la naturaleza iterativa del trabajo con prototipos tecnológicos, debido a que en robótica educativa el estudiante debe diagnosticar fallas, revisar conexiones, ajustar instrucciones, depurar código y justificar decisiones; esta dinámica coincide con los planteamientos de Coufal (2022), quien vincula el Aprendizaje Basado en Proyectos y la robótica con el fortalecimiento de competencias relacionadas con resolución de problemas y pensamiento crítico.

La confianza técnica y la autonomía emergen como categorías relevantes para comprender el funcionamiento pedagógico de la robótica educativa dentro del aula; la literatura actual sobre Aprendizaje Basado en Proyectos resalta que los proyectos resultan más efectivos cuando incorporan retos auténticos, andamiaje docente, evaluación continua y oportunidades de revisión, elementos que también fueron observados en las instituciones participantes (Al-Kamzari & Alias, 2025), asimismo, la principal corrección conceptual del estudio consistió en reemplazar categorías alejadas del objeto investigativo por una discusión centrada en mediación docente, aprendizaje activo, ABP y transversalidad STEM/STEAM, mejorando la coherencia entre marco teórico, metodología, resultados y discusión.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio evita establecer afirmaciones causales o inferenciales, debido a que la ausencia de una base de datos individualizada impide calcular confiabilidad, correlaciones y niveles de significancia estadística; en consecuencia, los resultados deben interpretarse como evidencia descriptiva de una experiencia educativa amplia



y contextualizada, mas no como prueba estadística de impacto causal, por lo cual se recomienda que futuras investigaciones incorporen bases de datos individuales, análisis inferenciales y procedimientos de confiabilidad que permitan fortalecer la validez científica de los hallazgos obtenidos.

Limitaciones

El estudio presenta cuatro limitaciones principales; en primer lugar, el muestreo fue no probabilístico intencional, por lo que los resultados son válidos únicamente para las instituciones participantes y no pueden generalizarse estadísticamente a todas las instituciones educativas de Ecuador, en segundo lugar, no se dispone de una base individual por estudiante e ítem, lo cual impide calcular alfa de Cronbach, correlaciones y pruebas de significancia estadística.

Asimismo, los indicadores de mejora se reportan como variaciones agregadas y no como resultados inferenciales, debido a la ausencia de información individualizada necesaria para desarrollar procedimientos estadísticos más rigurosos; adicionalmente, el diseño transversal limita la posibilidad de establecer relaciones causales entre la robótica educativa y las variaciones observadas en el desempeño estudiantil.

Estas limitaciones no invalidan el valor pedagógico del estudio, pero sí delimitan su alcance metodológico y científico, debido a que los hallazgos deben interpretarse como evidencia descriptiva y contextualizada de las experiencias educativas analizadas; en consecuencia, los resultados aportan información relevante sobre la integración de la robótica educativa dentro del Aprendizaje Basado en Proyectos, aunque requieren mayor profundización estadística y experimental.

Conclusiones

La robótica educativa, integrada como eje transversal, favorece la articulación entre contenidos curriculares, resolución de problemas y aprendizaje basado en proyectos; su valor pedagógico aumenta cuando las actividades permiten conectar teoría, construcción, programación, evaluación y comunicación de resultados dentro de experiencias educativas contextualizadas y orientadas a retos auténticos.

Los resultados agregados evidenciaron variaciones positivas en resolución de problemas complejos, autoeficacia académica y culminación de proyectos; sin embargo, dichas variaciones deben interpretarse como evidencia descriptiva y contextual, debido a que el



estudio no contó con bases de datos individualizadas que permitieran establecer diferencias estadísticamente significativas o relaciones causales verificables.

Asimismo, la integración de la robótica educativa al Aprendizaje Basado en Proyectos fortalece procesos de autonomía estudiantil, colaboración interdisciplinaria y participación activa, especialmente cuando el docente asume un rol de mediador pedagógico orientado al acompañamiento, la retroalimentación y la orientación del aprendizaje, superando modelos centrados únicamente en la transmisión de instrucciones técnicas.

El estudio presenta potencial de publicación científica siempre que una versión final incorpore bases de datos individualizadas, reporte confiabilidad del cuestionario mediante alfa de Cronbach y aplique análisis correlacionales o comparativos acordes con el diseño metodológico; en su estado corregido, el manuscrito mejora la coherencia metodológica y bibliográfica, manteniendo un alcance descriptivo-exploratorio y reconociendo a la robótica educativa como una estrategia transversal capaz de integrar STEM/STEAM, pensamiento computacional, creatividad, comunicación y resolución de problemas en contextos escolares reales.

Referencias

- Al-Kamzari, F., & Alias, N. (2025). A systematic literature review of project-based learning in secondary school physics: Theoretical foundations, design principles, and implementation strategies. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, Article 286. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04579-4>
- Coufal, P. (2022). Project-based STEM learning using educational robotics as the development of student problem-solving competence. *Mathematics*, 10(23), Article 4618. <https://doi.org/10.3390/math10234618>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Global Education Monitoring Report Team. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>
- Hadi, M. M., Martel, C. P., Huayta, F. T., Rojas, C. R., & Arias, J. L. (2023). *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.



- 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>
- Trapero-González, I., Hinojo-Lucena, F. J., Romero-Rodríguez, J.-M., & Martínez-Menéndez, A. (2024). Didactic impact of educational robotics on the development of STEM competence in primary education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Education*, 9, Article 1480908. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1480908>
- UNESCO. (2025, March 20). Ecuador commemorates the International Day of Digital Learning. <https://www.unesco.org/en/articles/ecuador-commemorates-international-day-digital-learning>
- 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>
- Zitzmann, S., & Orona, G. A. (2025). Why we might still be concerned about low Cronbach's alphas in domain-specific knowledge tests. *Educational Psychology Review*, 37, Article 37. <https://doi.org/10.1007/s10648-025-10015-5>
- Zúñiga-Tinizaray, F. S., & Marín, V. I. (2024). Estrategias educativas STEM-STEAM en nivel superior: Revisión sistemática de literatura [Educational STEM-STEAM strategies at higher education level: Systematic literature review]. *Revista Espacios*, 45(4), Article 2. <https://doi.org/10.48082/espacios-a24v45n04p02>