

Robótica educativa y reciclaje: desarrollo de competencias tecnológicas y conciencia ambiental

Technological skills and environmental awareness through Educational Robotics

Evelyn María Jaramillo Fernández¹, Maryury Ofelia Jaramillo Loaiza², Carmen Delia Pinzón Maza³, Gina Elizabeth Ojeda Pardo⁴, Karina Alexandra Bósquez Lopez⁵ y Guisella Irene Espinoza Tapia⁶

¹Investigadora independiente, evelynjfl997@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-9932-7116>, Ecuador

²Ministerio de Educación, Deporte y Cultura 11D04, jaramillo.maryuri@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-9865-6532>, Ecuador

³Unidad Educativa "8 de Diciembre", delia.pinzon@educacion.gob.ec, <https://orcid.org/0009-0009-3876-5977>, Ecuador

⁴Unidad Educativa "Ciudad de Gonzanamá", pitufabella23@hotmail.co.uk, <https://orcid.org/0009-0000-8718-0435>, Ecuador

⁵Unidad Educativa "Luis Urdaneta", kari_alexa@hotmail.es, <https://orcid.org/0009-0001-4534-6676>, Ecuador

⁶Unidad Educativa "Ovidio Decroly", guisellaespinoza04@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-5624-276X>, Ecuador

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 05-01-2026

Revisado 06-01-2026

Aceptado 15-02-2026

Palabras Clave:

Robótica educativa
Reciclaje
Conciencia ambiental
Competencias tecnológicas
Aprendizaje activo

Keywords:

Educational robotics
Recycling
Environmental awareness
Technological skills
Active learning

RESUMEN

La creciente problemática ambiental asociada a la generación inadecuada de residuos sólidos y la necesidad de fortalecer las competencias tecnológicas en el ámbito educativo han impulsado la búsqueda de estrategias pedagógicas innovadoras. En este contexto, la robótica educativa se presenta como una alternativa didáctica que permite integrar el aprendizaje tecnológico con la educación ambiental mediante el uso de materiales reciclados. El objetivo general de este estudio fue diseñar e implementar estrategias de robótica educativa orientadas al reciclaje, utilizando tecnología accesible y materiales reutilizados, con el fin de fortalecer las competencias tecnológicas y promover la conciencia ambiental en la comunidad educativa. La metodología adoptó un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental, descriptivo y de carácter educativo-aplicado. El proceso se desarrolló en varias etapas que incluyeron la sensibilización ambiental, la recolección y reutilización de materiales reciclables, el diseño y construcción de prototipos robóticos, la integración tecnológica mediante plataformas de robótica educativa y la evaluación del proceso formativo. Los resultados evidenciaron un fortalecimiento de las competencias tecnológicas de los estudiantes, especialmente en pensamiento lógico, resolución de problemas y programación básica, así como un aumento en la conciencia ambiental y en las prácticas responsables relacionadas con el reciclaje. Se concluye que la robótica educativa constituye una estrategia pedagógica eficaz, viable y replicable para promover aprendizajes significativos y sostenibles en el contexto escolar.

ABSTRACT

The growing environmental problems associated with the improper generation of solid waste and the need to strengthen technological skills in education have driven the search for innovative pedagogical strategies. In this context, educational robotics emerges as a didactic alternative that integrates technological learning with environmental education through the use of recycled materials. The overall objective of this study was to design and implement educational robotics strategies focused on recycling, using accessible technology and reused materials, in order to strengthen technological skills and promote environmental awareness within the educational community. The methodology adopted a qualitative approach, with a non-experimental, descriptive, and applied educational design. The process unfolded in several stages, including environmental awareness, the collection and reuse of recyclable materials, the design and construction of robotic prototypes, technological integration through educational robotics platforms, and the evaluation of the learning process. The results showed a

strengthening of students' technological skills, especially in logical thinking, problem-solving, and basic programming, as well as an increase in environmental awareness and responsible recycling practices. It is concluded that educational robotics is an effective, viable, and replicable pedagogical strategy for promoting meaningful and sustainable learning in the school context.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, los desafíos ambientales asociados a la generación, manejo y disposición inadecuada de los residuos sólidos se han intensificado a escala mundial, consolidándose como una de las problemáticas ambientales más críticas del siglo XXI. El crecimiento poblacional, la urbanización acelerada, la industrialización y los patrones de consumo insostenibles han incrementado de forma exponencial la producción de desechos, superando la capacidad de respuesta de los sistemas tradicionales de gestión de residuos. Esta situación ha provocado impactos negativos significativos sobre los ecosistemas, la salud humana y la calidad de vida, evidenciando la urgencia de adoptar enfoques integrales y sostenibles que permitan mitigar dichos efectos. Frente a este escenario, la educación se posiciona como un eje estratégico para la transformación social, al posibilitar la formación de ciudadanos críticos, responsables y comprometidos con la protección del ambiente. En este sentido, la UNESCO sostiene que la educación para el desarrollo sostenible debe trascender la transmisión de contenidos teóricos y promover el desarrollo de competencias, valores y actitudes orientadas a la acción responsable y sostenible (UNESCO, 2023).

A nivel mundial, la gestión inadecuada de los residuos sólidos constituye uno de los principales factores de contaminación del suelo, el agua y el aire, además de contribuir de manera significativa al cambio climático mediante la emisión de gases de efecto invernadero. La limitada separación en origen, el bajo nivel de reciclaje y la acumulación de residuos reflejan una brecha persistente entre el conocimiento ambiental y la práctica cotidiana. Ante esta problemática, diversos organismos internacionales han impulsado iniciativas educativas orientadas a involucrar activamente a la comunidad en la solución de problemas ambientales. Programas como Trash Hack, promovidos por las Naciones Unidas, evidencian que la participación directa de los estudiantes en proyectos relacionados con la gestión de residuos fortalece la conciencia ambiental y fomenta actitudes proambientales sostenibles (UNESCO, 2023). Paralelamente, el avance tecnológico ha abierto nuevas oportunidades para abordar esta problemática desde enfoques pedagógicos innovadores, destacándose la robótica educativa como una herramienta que articula el aprendizaje activo, el uso de tecnologías emergentes y la resolución de problemas reales.

En el ámbito regional latinoamericano, la situación de la gestión de residuos sólidos presenta particularidades estructurales que profundizan la problemática ambiental. En muchos países de la región, los sistemas de manejo de residuos se concentran principalmente en la recolección y disposición final, relegando prácticas esenciales como la separación en origen, el reciclaje y la reutilización de materiales, pilares fundamentales de una economía circular eficiente (Sáez & Urdaneta, 2024). A pesar de los avances normativos y de la implementación de algunas iniciativas comunitarias, persisten limitaciones asociadas a la insuficiencia de infraestructura, la débil articulación interinstitucional y la escasa consolidación de programas de educación ambiental sostenidos. Diversos estudios señalan que estas carencias inciden directamente en los hábitos ciudadanos, generando prácticas poco responsables en el manejo de residuos. No obstante, investigaciones recientes destacan que cuando la educación ambiental se integra de manera sistemática en los entornos escolares, se fortalecen las competencias ambientales y se promueve la participación activa de los estudiantes en la construcción de soluciones locales a problemáticas ambientales (Mayorga et al., 2025).

En este contexto regional, la incorporación de la tecnología en los procesos educativos adquiere una relevancia estratégica. La robótica educativa, concebida como un enfoque pedagógico que combina el aprendizaje basado en proyectos, la resolución de problemas y el uso de tecnologías accesibles, se posiciona como una herramienta eficaz para el desarrollo de competencias tecnológicas y ambientales. Diversos estudios han explorado el diseño de sistemas inteligentes aplicados a la gestión de residuos, como los basureros automáticos controlados por microcontroladores, los cuales permiten optimizar la clasificación de desechos y mejorar la eficiencia de los procesos de recolección (Conde et al., 2023). Estas propuestas, desarrolladas mediante plataformas como Arduino y sensores de bajo costo, no solo aportan soluciones técnicas innovadoras, sino que también favorecen el aprendizaje significativo al vincular la teoría con la práctica, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 (UNESCO, 2026).

A nivel local, Ecuador enfrenta una problemática considerable en la gestión de residuos sólidos urbanos. Se estima que el país genera diariamente más de 14 000 toneladas de residuos, de las cuales menos del 16 % se recolecta de manera diferenciada, lo que evidencia un bajo nivel de separación en origen y una limitada

valorización de los materiales reciclables (Monteros & Cando, 2024). Esta situación se refleja de manera directa en el ámbito educativo, donde la ausencia de programas sistemáticos de educación ambiental y la limitada disponibilidad de recursos pedagógicos y tecnológicos dificultan la implementación de prácticas sostenibles en las instituciones educativas. Investigaciones recientes indican que la gestión de residuos no se encuentra plenamente integrada al currículo escolar, lo que restringe la formación de hábitos responsables y la sensibilización ambiental de los estudiantes (Plaza & Ortíz, 2025).

La situación descrita pone de manifiesto un problema de investigación centrado en la limitada adopción de prácticas educativas innovadoras que integren de manera efectiva la robótica educativa y el reciclaje como estrategias pedagógicas para la gestión sostenible de residuos sólidos en contextos escolares. Entre las principales causas de esta problemática se identifican la insuficiente formación docente en competencias tecnológicas y ambientales, la falta de infraestructura adecuada, la escasa articulación interdisciplinaria y la ausencia de proyectos educativos que vinculen la tecnología con la solución de problemas ambientales reales (Valencia & García, 2024). Como consecuencia, se perpetúan prácticas inadecuadas en el manejo de residuos, se desaprovechan oportunidades para el desarrollo de competencias tecnológicas y ambientales en los estudiantes, y se mantiene una brecha significativa entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica de soluciones innovadoras (Alcívar et al., 2024).

En este marco, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye la robótica educativa, a través del diseño e implementación de soluciones tecnológicas basadas en materiales reciclados, en el desarrollo de competencias tecnológicas y en la conciencia ambiental de la comunidad educativa?

Para dar respuesta a esta interrogante, el objetivo general del presente estudio es diseñar e implementar estrategias de robótica educativa orientadas al reciclaje, mediante el uso de tecnología accesible y materiales reutilizados, con el propósito de fortalecer las competencias tecnológicas y promover la conciencia ambiental en la comunidad educativa. De manera específica, se plantean los siguientes objetivos: (a) reutilizar materiales reciclables como plásticos y cartón en la construcción de prototipos robóticos funcionales; (b) integrar plataformas de robótica educativa para el desarrollo de habilidades tecnológicas y de resolución de problemas; y (c) sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia del reciclaje, la sostenibilidad y el cuidado del ambiente mediante actividades pedagógicas basadas en el aprendizaje práctico y colaborativo.

La justificación de esta investigación se fundamenta en la necesidad de generar propuestas educativas innovadoras que articulen la robótica educativa con la educación ambiental, promoviendo un aprendizaje significativo, contextualizado y orientado a la acción. Este tipo de iniciativas contribuye al fortalecimiento de las competencias científicas, tecnológicas y socioambientales de los estudiantes, al tiempo que fomenta una conciencia ecológica activa y un enfoque de economía circular mediante la reutilización de materiales reciclables en la construcción de soluciones tecnológicas. En consecuencia, el estudio aporta a la formación de estudiantes como agentes de cambio, capaces de aplicar el conocimiento tecnológico en la resolución de problemáticas ambientales reales, generando un impacto positivo tanto en la comunidad educativa como en su entorno social y ambiental (Simaliza et al., 2025).

Marco teórico

La educación contemporánea enfrenta el desafío de formar estudiantes capaces de desenvolverse en un contexto marcado por el acelerado desarrollo tecnológico y el agravamiento de problemáticas ambientales, entre las que destaca la generación excesiva de residuos sólidos y el uso inadecuado de los recursos naturales. Ante este panorama, se hace necesario replantear las prácticas pedagógicas tradicionales y promover enfoques educativos innovadores que integren el desarrollo de competencias tecnológicas con la formación de una conciencia ambiental crítica y responsable. En este sentido, la articulación entre la robótica educativa y el reciclaje emerge como una estrategia pedagógica pertinente que favorece aprendizajes significativos, contextualizados y orientados a la sostenibilidad.

La robótica educativa se concibe como un enfoque didáctico que combina el aprendizaje práctico, la resolución de problemas y el uso de tecnologías accesibles para el diseño y construcción de soluciones tecnológicas. Su incorporación en el ámbito educativo permite a los estudiantes desarrollar habilidades relacionadas con el pensamiento lógico, el pensamiento computacional y la creatividad, al tiempo que fomenta la participación activa y el trabajo colaborativo. Cuando esta estrategia se vincula con el reciclaje y la gestión de residuos, se potencia su valor pedagógico, ya que los estudiantes aplican sus conocimientos tecnológicos para responder a problemáticas ambientales reales presentes en su entorno inmediato.

Desde el enfoque constructivista propuesto por Jean Piaget, el aprendizaje se entiende como un proceso activo en el cual el estudiante construye su conocimiento a partir de la interacción con el entorno y la experiencia directa (Barreto et al., 2024). En el contexto de la robótica educativa orientada al reciclaje, este enfoque explica cómo los estudiantes desarrollan competencias tecnológicas al diseñar, construir y programar prototipos utilizando materiales reciclados. La manipulación de objetos, la experimentación con componentes tecnológicos y la resolución de problemas concretos favorecen los procesos de asimilación y

acomodación, permitiendo la integración de nuevos conocimientos relacionados con la tecnología, la sostenibilidad y el cuidado ambiental. De esta manera, se fortalece la autonomía cognitiva y el razonamiento lógico-matemático.

Complementariamente, la teoría sociocultural de Lev Vygotsky aporta un marco conceptual relevante para comprender el carácter social y colaborativo del aprendizaje mediado por la robótica educativa. Según este autor, el conocimiento se construye a través de la interacción social y el acompañamiento pedagógico dentro de la zona de desarrollo próximo (Morales, 2024). En las experiencias de robótica educativa vinculadas al reciclaje, los estudiantes trabajan de forma cooperativa en el diseño de soluciones tecnológicas, comparten saberes, intercambian ideas y construyen aprendizajes de manera colectiva. Este proceso no solo fortalece las competencias tecnológicas, sino que también promueve habilidades sociales, comunicativas y de trabajo en equipo, fundamentales para una educación integral y participativa.

Asimismo, la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel sostiene que los nuevos conocimientos se adquieren de manera más efectiva cuando se relacionan con los saberes previos del estudiante y con su realidad cotidiana (Pinzón, 2024). La problemática del reciclaje y la gestión de residuos forma parte del contexto diario de los estudiantes, lo que facilita la conexión entre los contenidos tecnológicos y las experiencias vividas. La robótica educativa, al integrar plataformas como Arduino y el uso de materiales reutilizables, contextualiza el aprendizaje tecnológico y permite que los estudiantes comprendan la utilidad práctica de los conocimientos adquiridos, favoreciendo una internalización significativa de los contenidos y el fortalecimiento de la conciencia ambiental.

Desde una perspectiva metodológica, la robótica educativa se vincula estrechamente con el aprendizaje basado en proyectos (ABP), enfoque que promueve el desarrollo de conocimientos y competencias mediante la ejecución de proyectos reales y contextualizados (Kahoul, 2024). A través del ABP, los estudiantes investigan, diseñan, construyen y evalúan soluciones tecnológicas orientadas a la reutilización de materiales y al reciclaje, fortaleciendo competencias como la creatividad, la toma de decisiones y la resolución de problemas. En este marco, la robótica educativa se convierte en un medio eficaz para integrar el aprendizaje tecnológico con la reflexión ambiental, promoviendo una educación orientada a la sostenibilidad.

En relación con la educación ambiental, este estudio se sustenta en los principios de la pedagogía ambiental, la cual busca formar sujetos críticos, conscientes y comprometidos con la protección del entorno natural. Esta corriente enfatiza la integración transversal de la educación ambiental en el currículo, promoviendo valores, actitudes y prácticas responsables frente al ambiente (García, 2023). La robótica educativa aplicada al reciclaje materializa estos principios al transformar el aprendizaje ambiental en acciones concretas, permitiendo que los estudiantes participen activamente en la construcción de soluciones sostenibles dentro de su comunidad educativa.

De igual forma, la educación para el desarrollo sostenible (EDS) constituye un referente teórico clave para comprender la articulación entre tecnología, educación y sostenibilidad. La EDS plantea que la educación debe contribuir al equilibrio entre las dimensiones social, económica y ambiental, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos actuales sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones (Guardoño & Monsalve, 2024). Desde esta perspectiva, la robótica educativa orientada al reciclaje favorece el desarrollo de competencias tecnológicas aplicadas a la solución de problemas ambientales, al tiempo que promueve principios de economía circular mediante la reutilización de materiales y el uso responsable de la tecnología.

La incorporación de plataformas como Arduino en los procesos educativos se vincula con la teoría del aprendizaje experiencial de David Kolb, la cual sostiene que el conocimiento se genera a partir de la experiencia directa, la reflexión, la conceptualización y la aplicación (Landini, 2023). En el marco de la robótica educativa, los estudiantes aprenden mediante la experimentación con sensores, actuadores y programación básica, lo que facilita la comprensión de conceptos tecnológicos complejos de manera práctica y reflexiva. Este enfoque potencia el desarrollo de competencias técnicas, cognitivas y procedimentales, así como la capacidad de transferir lo aprendido a nuevas situaciones relacionadas con la sostenibilidad ambiental.

Asimismo, la pedagogía crítica aporta un enfoque relevante al promover la reflexión sobre las problemáticas ambientales y el rol del estudiante como agente de cambio social. Desde esta perspectiva, la educación trasciende la transmisión de conocimientos y se orienta a la transformación de la realidad mediante la conciencia y la acción (Carabalí, 2024). La robótica educativa aplicada al reciclaje permite cuestionar los modelos de consumo y las prácticas insostenibles, incentivando la participación activa de los estudiantes en la búsqueda de soluciones tecnológicas con impacto social y ambiental.

Finalmente, el marco teórico se complementa con los aportes de la educación tecnológica, entendida como un proceso orientado al desarrollo de competencias digitales, pensamiento computacional y habilidades para la resolución de problemas mediante el uso responsable de la tecnología (Candia, 2022). La robótica educativa, al utilizar herramientas accesibles y materiales reciclados, democratiza el acceso al conocimiento

tecnológico y demuestra que es posible generar soluciones innovadoras a problemáticas ambientales con recursos limitados. Este enfoque contribuye a la formación integral de los estudiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos tecnológicos y ambientales del siglo XXI.

Los enfoques teóricos analizados evidencian que la robótica educativa constituye una estrategia pedagógica pertinente para el desarrollo simultáneo de competencias tecnológicas y conciencia ambiental. La integración del aprendizaje activo, la educación ambiental y el reciclaje respalda la relevancia de este estudio, al proponer una formación integral orientada a la sostenibilidad, el pensamiento crítico y el compromiso social dentro de la comunidad educativa.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología del presente estudio se desarrolló bajo un enfoque educativo-aplicado, orientado al fortalecimiento de las competencias tecnológicas y la conciencia ambiental en la comunidad educativa mediante la implementación de estrategias de robótica educativa vinculadas al reciclaje. El estudio se fundamenta en la necesidad de promover aprendizajes significativos a partir de la resolución de problemáticas ambientales reales, integrando el uso de tecnología accesible, la reutilización de materiales y metodologías activas dentro del contexto escolar. En este marco, la robótica educativa se concibe como una herramienta didáctica que articula el aprendizaje tecnológico con la formación de valores, actitudes responsables y prácticas sostenibles hacia el medio ambiente.

El enfoque de la investigación fue de carácter cualitativo, con énfasis en la comprensión de los procesos de aprendizaje, la participación estudiantil y los cambios observados en la conciencia ambiental durante el desarrollo de las actividades de robótica educativa orientadas al reciclaje. Este enfoque permitió analizar de manera profunda cómo el diseño, la construcción y el uso de prototipos robóticos elaborados con materiales reutilizados influyeron en el desarrollo de competencias tecnológicas, tales como el pensamiento lógico, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el uso básico de programación. Asimismo, permitió identificar procesos de sensibilización ambiental relacionados con la gestión adecuada de residuos sólidos y el uso responsable de los recursos.

En cuanto al tipo de investigación, el estudio se enmarca en una investigación descriptiva con componente tecnológico-educativo, ya que describe de forma sistemática las etapas de planificación, diseño, construcción e implementación de prototipos desarrollados mediante robótica educativa aplicada al reciclaje, así como su incidencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De igual manera, presenta un carácter educativo-experimental, dado que los estudiantes participaron activamente en experiencias prácticas relacionadas con la reutilización de materiales, la electrónica básica y la programación, favoreciendo un aprendizaje activo, contextualizado y orientado a la solución de problemas ambientales presentes en su entorno.

El diseño metodológico fue no experimental, debido a que no se realizó manipulación deliberada de variables ni se establecieron grupos de control o comparación. El fenómeno fue observado en su contexto natural, dentro del entorno educativo, priorizando el análisis de las experiencias formativas y los cambios cualitativos evidenciados durante el desarrollo del proyecto. La investigación se desarrolló de manera transversal durante un periodo aproximado de tres a cuatro meses, considerando los tiempos académicos destinados a la planificación pedagógica, la ejecución de actividades prácticas y la valoración del impacto educativo de la robótica educativa aplicada al reciclaje.

La población estuvo constituida por estudiantes de la unidad educativa y miembros de la comunidad escolar que participaron directa o indirectamente en las actividades del proyecto. La participación estudiantil representó un eje central del proceso metodológico, ya que los estudiantes intervinieron activamente en todas las fases del estudio, desde la sensibilización ambiental y la recolección de materiales reciclables hasta el diseño, construcción y uso de los prototipos robóticos. Esta participación favoreció el fortalecimiento del sentido de responsabilidad ambiental, el interés por la tecnología y el reconocimiento del rol del estudiante como agente de cambio dentro de la comunidad educativa.

El procedimiento metodológico se estructuró en varias etapas claramente definidas. En una primera etapa se desarrolló la sensibilización ambiental y la recolección de materiales reciclables, principalmente botellas plásticas, cartón y otros residuos reutilizables. Esta fase tuvo un componente formativo orientado a reflexionar sobre la problemática de los residuos sólidos, la importancia del reciclaje y la reutilización como estrategias clave para la sostenibilidad ambiental. La clasificación, limpieza y preparación de los materiales permitió reforzar hábitos de orden, cuidado del entorno y trabajo colaborativo.

En una segunda etapa se llevó a cabo el diseño y la construcción de prototipos robóticos utilizando los materiales reciclados recolectados. Los estudiantes participaron en la elaboración de las estructuras físicas, garantizando su funcionalidad, resistencia y estabilidad, e incorporaron criterios de creatividad y estética para reforzar el mensaje educativo asociado al reciclaje. Esta etapa permitió integrar conocimientos básicos de diseño, mecánica y creatividad, fortaleciendo habilidades prácticas y competencias tecnológicas.

La tercera etapa correspondió a la integración tecnológica, considerada el eje innovador de la metodología. En esta fase se incorporaron componentes electrónicos como sensores, actuadores y placas de desarrollo Arduino, programadas mediante el entorno Arduino IDE. Los estudiantes participaron activamente en la programación, conexión y prueba de los sistemas robóticos, lo que les permitió comprender principios básicos de la robótica, la lógica de programación y la aplicación de la tecnología como herramienta para la solución de problemáticas ambientales concretas relacionadas con el reciclaje.

Posteriormente, se desarrolló la fase de prueba, ajuste y puesta en funcionamiento de los prototipos robóticos. Durante esta etapa se verificó el correcto funcionamiento de los dispositivos, se realizaron ajustes técnicos necesarios y se evaluó la interacción de los usuarios con los sistemas dentro del entorno escolar. Estas actividades promovieron la reflexión sobre la mejora continua, la eficiencia tecnológica, la optimización de recursos y el uso responsable de la energía.

A lo largo de todo el proceso metodológico se priorizó el uso de recursos económicos mínimos, mediante el aprovechamiento de materiales reciclados y componentes tecnológicos de bajo costo. Este enfoque permitió reforzar los principios de la economía circular y evidenciar que la robótica educativa puede implementarse como una estrategia pedagógica viable, accesible y replicable en contextos educativos con recursos limitados.

Finalmente, la metodología permitió evidenciar el impacto educativo, ambiental y social de la robótica educativa aplicada al reciclaje. La experiencia contribuyó al desarrollo de competencias tecnológicas, al fortalecimiento de la conciencia ambiental y a la promoción de prácticas sostenibles dentro de la comunidad educativa, consolidando un modelo metodológico integrador que articula tecnología, educación ambiental y aprendizaje activo en el ámbito escolar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian que la implementación de la robótica educativa orientada al reciclaje constituye una estrategia pedagógica efectiva para el desarrollo de competencias tecnológicas y el fortalecimiento de la conciencia ambiental en la comunidad educativa. A partir de la experiencia desarrollada, se constató que el uso de materiales reciclados combinado con tecnología accesible favoreció procesos de aprendizaje activo, significativo y contextualizado, permitiendo a los estudiantes comprender la relación entre la tecnología, el cuidado del ambiente y la resolución de problemáticas reales de su entorno.

En relación con el desarrollo de competencias tecnológicas, los hallazgos muestran que la participación activa de los estudiantes en el diseño, construcción y programación de prototipos robóticos contribuyó significativamente al fortalecimiento del pensamiento lógico, la resolución de problemas y el manejo básico de herramientas tecnológicas. Estos resultados son coherentes con el enfoque constructivista de Piaget, el cual sostiene que el aprendizaje se produce cuando el estudiante interactúa de manera directa con el entorno y construye su conocimiento a partir de la experiencia (Barreto et al., 2024). La manipulación de materiales reciclados, la experimentación con componentes electrónicos y la programación básica permitieron que los estudiantes asimilaran conceptos tecnológicos de forma progresiva, consolidando aprendizajes duraderos. Asimismo, la robótica educativa aplicada al reciclaje favoreció el aprendizaje colaborativo, en concordancia con la teoría sociocultural de Vygotsky. Durante el desarrollo de las actividades, se evidenció que el trabajo en equipo y la interacción entre pares facilitaron la construcción colectiva del conocimiento, el intercambio de ideas y la resolución conjunta de dificultades técnicas. Este proceso de mediación social permitió que los estudiantes avanzaran dentro de su zona de desarrollo próximo, fortaleciendo no solo sus competencias tecnológicas, sino también habilidades sociales, comunicativas y de cooperación, aspectos fundamentales para una educación integral (Morales, 2024).

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel, los resultados indican que la contextualización de los contenidos tecnológicos en una problemática cotidiana, como la gestión de residuos sólidos, facilitó la conexión entre los saberes previos de los estudiantes y los nuevos conocimientos adquiridos (Pinzón, 2024). El reciclaje, al formar parte de la experiencia diaria del estudiantado, permitió que los aprendizajes relacionados con la robótica y la programación adquirieran un sentido práctico y funcional. Esta vinculación entre teoría y práctica favoreció una mayor motivación, interés y comprensión de la utilidad social de la tecnología, consolidando aprendizajes con mayor nivel de significatividad.

En cuanto a la conciencia ambiental, los resultados reflejan un fortalecimiento progresivo de actitudes responsables hacia el cuidado del medio ambiente. La fase de sensibilización ambiental y recolección de materiales reciclables permitió generar espacios de reflexión crítica sobre la problemática de los residuos sólidos, promoviendo cambios en los hábitos cotidianos de los estudiantes, como la separación de residuos y la reutilización de materiales. Estos hallazgos coinciden con los postulados de la pedagogía ambiental, la cual enfatiza la necesidad de transformar el conocimiento ambiental en acciones concretas que impacten positivamente en el entorno (García, 2023).

La integración de la robótica educativa con el aprendizaje basado en proyectos (ABP) resultó determinante para el logro de los objetivos del estudio. La ejecución de proyectos reales permitió que los estudiantes asumieran un rol protagónico en su proceso de aprendizaje, fortaleciendo competencias como la creatividad, la toma de decisiones y la autonomía. Tal como señalan Kahoul (2024) y otros autores, el ABP favorece el desarrollo de habilidades transversales al situar al estudiante frente a desafíos auténticos que requieren investigación, planificación y evaluación continua. En este estudio, la construcción de prototipos robóticos con materiales reciclados evidenció la pertinencia del ABP como metodología para integrar tecnología y educación ambiental de manera efectiva.

Desde el enfoque de la educación para el desarrollo sostenible (EDS), los resultados demuestran que la robótica educativa puede constituirse en un medio eficaz para promover principios de sostenibilidad y economía circular dentro del contexto escolar. El uso de materiales reciclados y componentes tecnológicos de bajo costo permitió sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia del uso responsable de los recursos y la reducción del impacto ambiental. Estos resultados se alinean con los planteamientos de Guardado y Monsalve (2024), quienes destacan que la educación debe contribuir a formar ciudadanos capaces de equilibrar las dimensiones social, económica y ambiental en la toma de decisiones.

La incorporación de plataformas como Arduino, desde la perspectiva del aprendizaje experiencial de Kolb, favoreció un proceso cíclico de aprendizaje basado en la experiencia, la reflexión y la aplicación práctica (Landini, 2023). Los estudiantes no solo experimentaron con sensores y programación, sino que reflexionaron sobre el funcionamiento de los prototipos y realizaron ajustes para mejorar su eficiencia. Este proceso fortaleció la capacidad de análisis, la mejora continua y la transferencia de conocimientos a nuevas situaciones, aspectos esenciales para el desarrollo de competencias tecnológicas en contextos educativos.

Desde la pedagogía crítica, la robótica educativa aplicada al reciclaje permitió cuestionar prácticas insostenibles relacionadas con el consumo y la gestión de residuos. Los estudiantes asumieron un rol activo como agentes de cambio, reflexionando sobre el impacto de sus acciones y proponiendo soluciones tecnológicas con impacto social y ambiental. Este enfoque coincide con los planteamientos de Carabalí (2024), quien sostiene que la educación debe promover la conciencia crítica y la participación activa para la transformación de la realidad social.

Un aspecto relevante del estudio fue la viabilidad de la implementación de la robótica educativa en contextos con recursos limitados. El uso de materiales reciclados y tecnología accesible evidenció que es posible desarrollar experiencias educativas innovadoras sin requerir una alta inversión económica. Este hallazgo resulta especialmente significativo para contextos educativos de América Latina y Ecuador, donde las limitaciones de infraestructura y recursos suelen constituir una barrera para la integración de la tecnología en el aula. En este sentido, el estudio coincide con los aportes de Candia (2022), quien destaca el potencial de la educación tecnológica para democratizar el acceso al conocimiento y promover la equidad educativa.

No obstante, los resultados también permiten identificar algunos desafíos, como la necesidad de fortalecer la formación docente en robótica educativa y educación ambiental, así como la importancia de integrar de manera sistemática este tipo de proyectos en el currículo escolar. La sostenibilidad de estas iniciativas depende, en gran medida, del compromiso institucional y del acompañamiento pedagógico continuo, aspectos que deben ser considerados en futuras investigaciones.

Los resultados evidencian que la robótica educativa orientada al reciclaje constituye una estrategia pedagógica pertinente y efectiva para el desarrollo simultáneo de competencias tecnológicas y conciencia ambiental. La articulación entre aprendizaje activo, educación ambiental y tecnología permitió generar experiencias significativas que fortalecieron el compromiso estudiantil con la sostenibilidad y el uso responsable de la tecnología. Estos hallazgos respaldan la relevancia del estudio y aportan evidencias para la implementación de modelos educativos innovadores que respondan a los desafíos ambientales y tecnológicos del siglo XXI.

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la robótica educativa, aplicada al diseño e implementación de soluciones tecnológicas basadas en materiales reciclados, influye de manera positiva y significativa en el desarrollo de competencias tecnológicas y en el fortalecimiento de la conciencia ambiental dentro de la comunidad educativa. La integración de tecnología accesible, reciclaje y metodologías activas favoreció un aprendizaje contextualizado, participativo y orientado a la solución de problemáticas ambientales reales, dando cumplimiento a la pregunta de investigación planteada.

En relación con el objetivo general, se concluye que el diseño e implementación de estrategias de robótica educativa orientadas al reciclaje se cumplió de manera satisfactoria, ya que permitió fortalecer las competencias tecnológicas de los estudiantes y promover una mayor conciencia ambiental. A través de la construcción y uso de prototipos robóticos elaborados con materiales reutilizados, los estudiantes

desarrollaron habilidades vinculadas al pensamiento lógico, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el uso básico de programación, al mismo tiempo que reflexionaron sobre la importancia del reciclaje y el cuidado del medio ambiente.

Respecto al primer objetivo específico, orientado a reutilizar materiales reciclables como plásticos y cartón en la construcción de prototipos robóticos funcionales, se evidencia su cumplimiento efectivo. La recolección, clasificación y reutilización de estos materiales permitió no solo reducir el uso de recursos nuevos, sino también promover prácticas responsables alineadas con los principios de la economía circular. Este proceso fortaleció hábitos de reutilización y conciencia ambiental en los estudiantes, demostrando que es posible desarrollar soluciones tecnológicas funcionales a partir de materiales reciclados.

En cuanto al segundo objetivo específico, referido a integrar plataformas de robótica educativa para el desarrollo de habilidades tecnológicas y de resolución de problemas, se concluye que este objetivo fue alcanzado de manera progresiva y significativa. La incorporación de plataformas como Arduino facilitó el aprendizaje de conceptos básicos de robótica, electrónica y programación, permitiendo que los estudiantes comprendieran el funcionamiento de los sistemas automatizados y aplicaran la tecnología como herramienta para resolver problemáticas ambientales concretas. Este proceso fortaleció competencias tecnológicas fundamentales para el contexto educativo actual.

En relación con el tercer objetivo específico, enfocado en sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia del reciclaje, la sostenibilidad y el cuidado del ambiente mediante actividades pedagógicas basadas en el aprendizaje práctico y colaborativo, se concluye que la sensibilización ambiental fue evidente a lo largo del proceso formativo. Las actividades prácticas, la reflexión colectiva y la participación activa en la construcción de soluciones tecnológicas generaron cambios positivos en las actitudes de los estudiantes frente al manejo de residuos, promoviendo prácticas más responsables dentro del entorno escolar y fortaleciendo su compromiso con la sostenibilidad.

De manera integral, el estudio permitió comprobar que la robótica educativa constituye una estrategia pedagógica viable, pertinente y replicable para articular el desarrollo de competencias tecnológicas con la educación ambiental en contextos escolares. La experiencia evidenció que el aprendizaje basado en proyectos y el uso de tecnología accesible favorecen la motivación, la autonomía y el pensamiento crítico de los estudiantes, consolidando un modelo educativo que responde a los desafíos tecnológicos y ambientales del siglo XXI.

Finalmente, se concluye que la implementación de estrategias de robótica educativa orientadas al reciclaje no solo impacta en el ámbito académico, sino que también contribuye a la formación de estudiantes conscientes de su rol como agentes de cambio social y ambiental. En este sentido, el estudio aporta evidencias que respaldan la incorporación sistemática de proyectos de robótica educativa y reciclaje en el currículo escolar, como una alternativa innovadora para promover una educación integral, sostenible y comprometida con el entorno.

REFERENCIAS

- Alcívar, E., Alcívar, I., García, J., Espinel, M., & Alcívar, T. (2024). Actividades de reciclaje como alternativa de educación ambiental con estudiantes de Educación Básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 13442-13460. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14805
- Barragan, R., Alvarez, S., Macas, M., Cervantes, X., & Lozano, P. (2024). Gestión ecoeficiente de los residuos sólidos reciclables para promover la sostenibilidad ambiental en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, 46-53. doi:<https://doi.org/10.56183/iberoeds.v4iS.671>
- Barreto, W., Arévalo, J., Ulloa, J., Zavala, C., Andrade, N., & Paguay, M. (2024). Análisis del aprendizaje infantil desde la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget: un enfoque etnográfico para evaluar la relación entre la inteligencia y las etapas cognitivas. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, V(5), 4126 – 4138. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2913>
- Candia, F. (2022). Integración de la impresión 3D en la educación tecnológica. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 1 -31. doi:<https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1170>
- Carabali, M. (2024). Pedagogía crítica desde el Enfoque Intercultural en Educación Básica primaria: Revisión Sistemática. *Vitalia*, 237-260. doi:<https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v5i3.255>
- Conde, J., Mark, C., Rafael, C., Ross, D., Ganuelas, J., Rommick, O., & Benjhon, A. (2023). Diseño y Desarrollo de un Contenedor de Basura Inteligente para Residuos Reciclables. *Revista de ciencia y tecnología del sudeste asiático*, 19-28. Obtenido de <https://sajst.org/online/index.php/sajst/article/view/286>

- Diware, A., Katre, K., Kalegar, A., Jogdand, R., & Bamdale, H. (2023). Smart Bin Using IoT. *Ijrasnet Journal For Research in Applied Science and Engineering Technology*, 3773-3778. Obtenido de <https://www.ijrasnet.com/best-journal/smart-bin-using-iot>
- García, D. (2023). La educación ambiental como política pública. Reflexiones desde una pedagogía ambiental crítica. *Revista Argentina de Investigación Educativa*, 43-64. Obtenido de Educación y ambiente: <https://portalrevistas.unipe.edu.ar/index.php/raie/article/view/175/312>
- Gowda, S., Balapriya, F., Chaya, K., Harshitha, Y., & Vinutha, H. (2022). Segregación y gestión inteligente de residuos mejorada mediante Arduino. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 143 - 146. Obtenido de <https://www.ijert.org/research/enhanced-smart-waste-segregation-and-management-using-arduino-IJERTV11IS050101.pdf>
- Guardaño, M., & Monsalve, L. (2024). Educación para el desarrollo sostenible en el curriculum de España e Irlanda. *Revista Universidad y Sociedad*, 30-44. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202024000100030&script=sci_arttext
- Kahoul, A. (2024). *Una propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPt) y en Problemas (ABPm) para la materia de Economía de 1º Bachillerato en Castilla y León*. Valladolid: Universidad de Valladolid. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/72866/TFM-E-288.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Landini, F. (2023). La dinámica de aprendizaje experiencial en la formación de las y los extensionistas rurales latinoamericanos. *Revista mexicana de investigación educativa*, 251-275. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662023000100251&script=sci_arttext
- Mayorga, G., Peñafiel, J., Izurieta, I., Analuiza, C., & Ramos, C. (2025). Reciclaje como estrategia pedagógica para el aprendizaje ambiental: una revisión bibliográfica sistemática en Educación Básica. *Arandu UTIC*, 2071–2086. doi:<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i3.1440>
- Monteros, W., & Cando, C. (2024). *Estadística de información ambiental económica en Gobiernos Autonomos Descentralizados Municipales Gestión de Residuos Sólidos 2023*. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios/2023/Residuos_Solidos/Boletin_Tecnico_GRS_2023.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios/2023/Residuos_Solidos/Boletin_Tecnico_GRS_2023.pdf)
- Morales, L. (2024). Neurociencia y el modelo educativo de Vygotsky: Implicaciones para la enseñanza en la educación superior. *Código Científico Revista De Investigación*, V(2), 91–108. doi:<https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2/540>
- Peñaherrera, B. (2025). Botes de basura inteligentes para clasificación de residuos y control de vaciado a través de un aplicativo móvil. *Revista Ingenio Global*, 340-351. doi:<https://doi.org/10.62943/rig.v4n1.2025.303>
- Pinzón, J. (2024). Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel en el desarrollo de estrategias de aprendizaje hacia un pensamiento crítico. *Ciencia Latina*, VIII(3), 8858 -8868. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.12041
- Plaza, K., & Ortíz, M. (2025). Manejo Adecuado de Residuos Sólidos en la Unidad Educativa Fiscal “México Nro. 29” en la Parroquia Borbón: Un Enfoque desde la Educación Ambiental. *Revista Científica Hallazgos*, 1–9. doi:<https://doi.org/10.69890/hallazgos21.v10i1.681>
- Sáez, A., & Urdaneta, J. (2024). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 121-135. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf>
- Silpa, A., Lekhini, G., Prasanthi, A., Navya, D., & Naga, B. (2023). Arduino-based Real Time Implementation of Smart Trash Collector using Internet of Things. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 404-412.
- Simaliza, B., Garcés, L., & Simaliza, L. (2025). El reciclaje educativo como medio para el desarrollo de competencias ambientales en escuelas de Quito. *Revista Especializada En Ciencias De La Educación*, 492-514. doi:<https://doi.org/10.64018/neosapiencia.v3i2.77>
- UNESCO . (2 de Febrero de 2026). *Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de UNESCO : <https://www.unesco.org/es/sustainable-development/education>
- UNESCO. (20 de Abril de 2023). *TrashHack: educación para el desarrollo sustentable en Reservas de Biosfera de UNESCO*. Obtenido de UNESCO: <https://www.unesco.org/es/articles/trashhack-educacion-para-el-desarrollo-sustentable-en-reservas-de-biosfera-de-unesco>
- Valencia, L., & García, L. (2024). Estrategias pedagógicas para implementar planes de gestión integral de residuos sólidos. *Revista Boletín REDIPE*, 244-61. Obtenido de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/2103>