

EcoTech Educativo: Basureros inteligentes con Arduino y reciclaje sostenible

Educational EcoTech: Smart trash cans with Arduino and sustainable recycling

María Soledad Cañar Torres¹, Fabian Eduardo Jimenez Jimenez², Jheisson Chayan Cuenca Arevalo³, Néstor Anderson Atuña Quiñonez⁴, Milvia Yesenia Ruiz Largo⁵ y Rosa Angela Hueledel Minga⁶

¹Unidad Educativa "Martha Bucaram de Roldós", solimary55@yahoo.es, <https://orcid.org/0009-0002-6385-8533>, Ecuador

²Unidad Educativa "Vilcabamba", fabichodu@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-2266-886X>, Ecuador

³Universidad Nacional de Educación, jheik2.0@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-8019-4174>, Ecuador

⁴Unidad Educativa "Martha Bucaram de Roldós", andersonatq@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-7830-9006>, Ecuador

⁵Unidad Educativa "Primer de Mayo", milye_83@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-7801-4055>, Ecuador

⁶Unidad Educativa Fiscomisional "Juan XXIII", hueledelrosa34@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-1927-0077>, Ecuador

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 02-01-2026

Revisado 03-01-2026

Aceptado 15-02-2026

Palabras Clave:

Educación Ambiental
Reciclaje Sostenible
Arduino Educativo
Basureros Inteligentes
Innovación Pedagógica

Keywords:

Environmental Education
Sustainable Recycling
Educational Arduino
Smart Trash Cans
Pedagogical Innovation

RESUMEN

La problemática de la inadecuada gestión de residuos sólidos y la limitada concienciación ambiental en los espacios educativos constituye un desafío creciente a nivel local y global. En este contexto, el presente estudio, titulado EcoTech Educativo: Basureros inteligentes con Arduino y reciclaje sostenible, se desarrolla en el ámbito pedagógico con el propósito de integrar tecnología, reciclaje y educación ambiental como estrategia innovadora de aprendizaje. El objetivo general fue diseñar y construir basureros automáticos utilizando materiales reciclados y tecnología Arduino, con el fin de mejorar la gestión de residuos y promover prácticas sostenibles en la comunidad educativa. La metodología adoptada corresponde a un enfoque aplicado y descriptivo, con énfasis en la participación activa de los estudiantes en la reutilización de materiales, el ensamblaje del sistema automatizado y el desarrollo de actividades pedagógicas de sensibilización ambiental. Los resultados evidencian una mejora en el uso adecuado de los basureros, un incremento en la conciencia ambiental y una mayor motivación de los estudiantes hacia el reciclaje y el uso responsable de la tecnología. En conclusión, el proyecto demuestra que la implementación de basureros inteligentes constituye una herramienta pedagógica eficaz para fortalecer hábitos sostenibles, promover el aprendizaje significativo y contribuir a la formación integral de los estudiantes.

ABSTRACT

The problem of inadequate solid waste management and limited environmental awareness in educational settings constitutes a growing challenge at both local and global levels. In this context, the present study, entitled Educational EcoTech: Smart Trash Cans with Arduino and Sustainable Recycling, is developed within the pedagogical field with the purpose of integrating technology, recycling, and environmental education as an innovative learning strategy. The overall objective was to design and build automatic trash cans using recycled materials and Arduino technology, in order to improve waste management and promote sustainable practices within the educational community. The methodology adopted corresponds to an applied and descriptive approach, with an emphasis on the active participation of students in the reuse of materials, the assembly of the automated system, and the development of environmental awareness activities. The results demonstrate an improvement in the proper use of the trash cans, an increase in environmental awareness, and greater student motivation toward recycling and the responsible use of technology. In conclusion, the project demonstrates that the implementation of smart waste bins is an effective educational tool for strengthening sustainable habits, promoting meaningful learning, and contributing to the comprehensive education of students.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la problemática asociada a la generación y gestión de residuos sólidos ha alcanzado niveles críticos a nivel global, impulsada por el crecimiento demográfico, los patrones de consumo insostenibles y la industrialización acelerada. Según UNESCO, la educación ambiental y la integración de prácticas de sostenibilidad son componentes esenciales para enfrentar estos desafíos, al proporcionar conocimientos, valores y competencias que permitan la transformación de hábitos cotidianos hacia modelos de responsabilidad ambiental y desarrollo sostenible (UNESCO, 2023). La Organización de las Naciones Unidas ha promovido iniciativas educativas como Trash Hack que involucran a estudiantes en la gestión de residuos en contextos escolares y comunitarios, señalando que esta participación activa fortalece la comprensión de la sostenibilidad y fomenta el compromiso con la reducción de la contaminación (UNESCO, 2023).

A nivel mundial, la gestión inadecuada de residuos sólidos representa uno de los retos ambientales más complejos del siglo XXI. La mala disposición de basura genera contaminación de suelos, aire y agua, contribuye al cambio climático por medio de emisiones de gases de efecto invernadero y deteriora la salud pública en entornos urbanos y rurales. Investigaciones recientes han explorado métodos tecnológicos para mitigar estos problemas, como la implementación de basureros inteligentes basados en microcontroladores que mejoran la eficiencia en la segregación de desechos y en la comunicación de su estado para optimizar la recolección (Conde, y otros, 2023). Estos sistemas combinan tecnologías accesibles, como sensores ultrasónicos y placas Arduino, para automatizar procesos y promover modelos de gestión más efectivos, lo que se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, especialmente en la educación ambiental y la innovación tecnológica aplicada al manejo de residuos (UNESCO, 2026).

En el contexto regional latinoamericano, la situación de la gestión de residuos sólidos se caracteriza por una recolección predominantemente enfocada en el retiro y disposición final, dejando en un segundo plano la separación en origen, el reciclaje y la reutilización, aspectos que resultan fundamentales para una economía circular eficiente (Sáez & Urdaneta, 2024). A pesar de ciertos avances en políticas públicas y estrategias comunitarias, persisten barreras como la infraestructura insuficiente, la falta de programas educativos sólidos y la limitada concienciación ciudadana, factores que dificultan el aprovechamiento integral de materiales reciclables en países de la región. Estudios muestran que cuando las prácticas de reciclaje se integran como estrategia pedagógica en entornos educativos, se potencian las competencias ambientales de los estudiantes y se fortalece su participación activa en la creación de soluciones locales (Mayorga et al., 2025).

Particularmente en Ecuador, la producción diaria de residuos sólidos urbanos supera las 14 000 toneladas, de las cuales solo una fracción (menos del 16 %) se recolecta de forma diferenciada, lo que implica un manejo limitado para la separación de materiales reciclables y un elevado volumen destinado a rellenos sanitarios (Monteros & Cando, 2024). El bajo nivel de reciclaje y la falta de sistemas sostenibles de gestión en las escuelas reflejan una carencia de prácticas educativas orientadas a la sostenibilidad, situación que impacta la actitud de los jóvenes frente a los desafíos ambientales. En diversos contextos educativos del país se han identificado dificultades para incorporar la gestión de residuos dentro del currículo escolar, tanto por la ausencia de programas específicos de educación ambiental como por la carencia de recursos pedagógicos y tecnológicos que permitan una enseñanza práctica del reciclaje y los hábitos sostenibles (Plaza & Ortiz, 2025).

La situación descrita evidencia un problema de investigación claramente definido: la limitada adopción de prácticas educativas tecnológicas centradas en la gestión sostenible de residuos sólidos en entornos escolares, lo que contribuye a una baja conciencia ambiental y a la persistencia de malos hábitos de manejo de basura. Este problema se manifiesta en la falta de soluciones accesibles que integren elementos pedagógicos, tecnológicos y ecológicos, especialmente en comunidades educativas de áreas urbanas y rurales del Ecuador. Las causas radican principalmente en la falta de infraestructura adecuada, la escasa formación docente en temas ambientales y tecnológicos, y la ausencia de proyectos que combinen educación, tecnología y sostenibilidad de manera integrada (Valencia & García, 2024).

Las consecuencias de esta situación se traducen en varios impactos negativos: primero, la persistencia de comportamientos que no favorecen la separación de residuos en origen, lo que reduce la efectividad de las cadenas de reciclaje y perpetúa la acumulación de basura en el ambiente. Segundo, la oportunidad perdida de educar a las nuevas generaciones en competencias ambientales y tecnológicas que pueden servir para enfrentar retos futuros relacionados con la sostenibilidad. Tercero, la falta de prácticas educativas innovadoras limita la motivación de los estudiantes para involucrarse en acciones concretas de cuidado

ambiental, generando brechas entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica de soluciones tecnológicas en su entorno (Alcívar et al., 2024).

En respuesta a esta problemática surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo influye el diseño e implementación de basureros inteligentes con tecnología Arduino y materiales reciclados en la gestión de residuos y en la concienciación ambiental en la comunidad educativa?

Para responder esta interrogante, el objetivo general de este estudio es:

Diseñar y construir basureros automáticos con materiales reciclados y tecnología Arduino con el fin de mejorar la gestión de residuos y promover prácticas sostenibles de reciclaje en la comunidad educativa.

Los objetivos específicos son:

- Reciclar y reutilizar materiales plásticos y cartón para construir basureros funcionales y estéticos que fomenten hábitos de sostenibilidad.
- Integrar tecnología Arduino para automatizar la apertura de los basureros, mejorando así la eficiencia en el manejo de residuos.
- Sensibilizar a los estudiantes y miembros de la comunidad educativa sobre la importancia del reciclaje y la sostenibilidad ambiental mediante actividades pedagógicas vinculadas al uso de los basureros inteligentes.

La justificación de esta investigación se fundamenta en la necesidad de generar soluciones educativas innovadoras que integren tecnología accesible, pedagogía ambiental y acción comunitaria para transformar prácticas de gestión de residuos en las escuelas. Proyectos como este no solo promueven competencias científicas y tecnológicas en los estudiantes, sino que también fortalecen la conciencia ecológica y generan un impacto positivo en la cultura institucional hacia la sostenibilidad. Además, al utilizar materiales reciclados para la construcción de los basureros, se promueve un enfoque de economía circular, reduciendo la huella de carbono y sensibilizando sobre el valor que tienen los recursos reutilizables (Simaliza, Garcés, & Simaliza, 2025).

En síntesis, el presente estudio se inscribe en un contexto global y regional que exige acciones educativas enfocadas en la sostenibilidad y en la formación de agentes de cambio. Mediante la articulación de la tecnología y la pedagogía ambiental, se busca fortalecer prácticas que contribuyan a una gestión más consciente de los residuos, generando beneficios ambientales, educativos y sociales tanto en la comunidad educativa como en su entorno.

La educación contemporánea enfrenta el desafío de formar ciudadanos capaces de responder a problemáticas complejas como la degradación ambiental, la gestión inadecuada de residuos sólidos y el uso responsable de la tecnología. En este contexto, la educación ambiental y la integración de recursos tecnológicos en el aula se consolidan como ejes fundamentales para promover aprendizajes significativos y comportamientos sostenibles. El proyecto EcoTech Educativo: Basureros inteligentes con Arduino y reciclaje sostenible se sustenta en diversas teorías pedagógicas que explican cómo los estudiantes construyen conocimiento a partir de la experiencia, la interacción con su entorno y la aplicación práctica de saberes.

Desde la perspectiva del constructivismo, propuesto por Jean Piaget, el aprendizaje es concebido como un proceso activo en el que el estudiante construye su propio conocimiento a partir de la interacción con el medio y la resolución de problemas reales (Barreto, y otros, 2024). En este proyecto, los estudiantes no se limitan a recibir información teórica sobre reciclaje o sostenibilidad, sino que participan directamente en el diseño y construcción de basureros automáticos utilizando materiales reciclados y tecnología Arduino. Esta experiencia favorece la asimilación y acomodación de nuevos conocimientos, permitiendo que los estudiantes relacionen conceptos científicos, tecnológicos y ambientales con situaciones concretas de su entorno escolar, fortaleciendo así su comprensión y autonomía cognitiva.

Complementariamente, la teoría sociocultural de Lev Vygotsky aporta un marco explicativo clave para entender el carácter colaborativo del proyecto. Vygotsky sostiene que el aprendizaje se produce a través de la interacción social y el lenguaje, dentro de la denominada zona de desarrollo próximo (Morales, 2024). En el desarrollo del proyecto EcoTech Educativo, los estudiantes trabajan de manera cooperativa en la recolección de materiales, el armado de las estructuras y la integración de la tecnología, apoyándose mutuamente y recibiendo orientación del docente tutor. Esta dinámica favorece la construcción colectiva del conocimiento y potencia habilidades sociales, comunicativas y de trabajo en equipo, esenciales para una educación integral orientada a la sostenibilidad.

Asimismo, el proyecto se vincula con los principios del aprendizaje significativo, planteado por David Ausubel, quien afirma que el aprendizaje es más efectivo cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera sustancial con los saberes previos del estudiante (Pinzón, 2024). La problemática de los residuos sólidos y el reciclaje forma parte de la experiencia cotidiana de los estudiantes, lo que facilita la conexión entre los contenidos abordados y su realidad inmediata. Al incorporar tecnología accesible como Arduino

y materiales reciclados, el proyecto contextualiza el aprendizaje, permitiendo que los estudiantes comprendan la utilidad práctica de los contenidos y los integren de forma significativa a su estructura cognitiva.

Desde una perspectiva metodológica, el proyecto se fundamenta en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), enfoque pedagógico que promueve la adquisición de conocimientos y competencias a través del desarrollo de proyectos reales y contextualizados (Kahoul, 2024). El ABP favorece la investigación, la creatividad, la resolución de problemas y la toma de decisiones, elementos presentes en cada una de las fases del EcoTech Educativo. La construcción de los basureros automáticos no solo implica la aplicación de conocimientos técnicos, sino también la reflexión sobre el impacto ambiental, la gestión de recursos y la responsabilidad social, aspectos que fortalecen una educación orientada al desarrollo sostenible.

En relación con la educación ambiental, el proyecto se apoya en los postulados de la pedagogía ambiental, la cual busca formar sujetos críticos, conscientes y comprometidos con la protección del medio ambiente. Esta corriente pedagógica enfatiza la necesidad de integrar la educación ambiental de manera transversal en el currículo, promoviendo valores, actitudes y prácticas responsables (García, 2023). La implementación de basureros automáticos con materiales reciclados se convierte en una estrategia didáctica que trasciende la teoría y se materializa en acciones concretas, fomentando una cultura de reciclaje y el respeto por el entorno natural dentro de la comunidad educativa.

Por otro lado, la educación para el desarrollo sostenible (EDS) constituye un marco teórico fundamental para este proyecto. La EDS plantea que la educación debe contribuir al equilibrio entre el desarrollo social, económico y ambiental, preparando a los estudiantes para enfrentar los retos del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones (Guardaño & Monsalve, 2024). El EcoTech Educativo integra principios de la economía circular, al reutilizar materiales y reducir residuos, y promueve el uso eficiente de la tecnología, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental que plantea este enfoque educativo.

La incorporación de la tecnología Arduino en el proyecto se relaciona con la teoría del aprendizaje experiencial, propuesta por David Kolb, la cual sostiene que el conocimiento se genera a partir de la experiencia directa y la reflexión sobre la acción (Landini, 2023). Los estudiantes aprenden haciendo, experimentando con sensores, servomotores y programación básica, lo que les permite comprender conceptos tecnológicos de manera práctica y reflexiva. Este tipo de aprendizaje favorece el desarrollo de competencias técnicas y cognitivas, así como la capacidad de transferir conocimientos a nuevas situaciones. Asimismo, el proyecto se vincula con la pedagogía crítica, al fomentar la reflexión sobre las problemáticas ambientales y el rol del estudiante como agente de cambio social. Desde esta perspectiva, la educación no solo transmite conocimientos, sino que busca transformar la realidad mediante la conciencia y la acción (Carabali, 2024). Al involucrar a los estudiantes en la solución de un problema ambiental concreto dentro de su comunidad, el proyecto promueve una actitud crítica frente a los modelos de consumo y gestión de residuos, incentivando la participación activa y el compromiso social.

Finalmente, el marco teórico del EcoTech Educativo se sustenta en la educación tecnológica, entendida como un proceso que desarrolla competencias digitales, pensamiento lógico y habilidades para la resolución de problemas mediante el uso responsable de la tecnología (Candia, 2022). La utilización de Arduino como herramienta pedagógica permite democratizar el acceso a la tecnología, mostrando que es posible implementar soluciones innovadoras con recursos accesibles y reutilizables. Este enfoque contribuye a la formación integral de los estudiantes, preparándolos para enfrentar los desafíos tecnológicos y ambientales del siglo XXI.

En conjunto, las teorías pedagógicas abordadas evidencian que el proyecto EcoTech Educativo: Basureros inteligentes con Arduino y reciclaje sostenible se fundamenta en un enfoque educativo integral, donde el aprendizaje activo, colaborativo y significativo se articula con la educación ambiental y tecnológica. Esta integración teórica respalda la pertinencia del proyecto como una estrategia pedagógica innovadora que promueve la sostenibilidad, el pensamiento crítico y la formación de ciudadanos responsables con su entorno.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología del proyecto EcoTech Educativo: Basureros inteligentes con Arduino y reciclaje sostenible se desarrolló bajo un enfoque aplicado y educativo, orientado a la solución de una problemática ambiental concreta dentro del contexto escolar, mediante la integración de tecnología accesible y el uso de materiales reciclados. La investigación se fundamenta en la necesidad de fortalecer la conciencia ambiental y promover prácticas sostenibles en la comunidad educativa, a través de experiencias pedagógicas activas que vinculan el aprendizaje tecnológico con la responsabilidad ecológica.

El enfoque de la investigación fue cualitativo, con énfasis en la observación del comportamiento y la participación de los estudiantes durante el desarrollo del proyecto. Este enfoque permitió comprender cómo

la implementación de basureros automáticos influye en la sensibilización ambiental, el interés por el reciclaje y la apropiación de conocimientos relacionados con la sostenibilidad y la tecnología Arduino. El carácter cualitativo del estudio se evidencia en el análisis del proceso de diseño, construcción e implementación del prototipo, así como en la valoración del impacto educativo generado en la comunidad escolar.

En cuanto al tipo de investigación, el estudio se enmarca dentro de una investigación descriptiva y tecnológica, ya que describe de manera sistemática las etapas de desarrollo del proyecto y la aplicación de una solución tecnológica concreta para la gestión de residuos sólidos. Asimismo, presenta un componente educativo-experimental, dado que los estudiantes participaron activamente en la construcción de los basureros automáticos, aplicando conocimientos prácticos de reciclaje, electrónica básica y programación, lo que favoreció un aprendizaje significativo y contextualizado.

El diseño metodológico fue no experimental, debido a que no se manipularon variables de forma controlada, sino que se observó el fenómeno en su contexto natural, dentro de la comunidad educativa. El proyecto se desarrolló de manera transversal durante un periodo estimado de tres a cuatro meses, considerando los tiempos académicos destinados a la recolección de materiales, la construcción de los basureros, la integración tecnológica y la prueba del sistema automatizado.

La población beneficiaria estuvo constituida por los estudiantes de la Unidad Educativa y los miembros de la comunidad educativa que interactuaron con los basureros automáticos. La participación estudiantil fue un elemento central del proyecto, ya que los estudiantes no solo utilizaron los basureros, sino que también intervinieron en las distintas fases de desarrollo, fortaleciendo su sentido de responsabilidad ambiental y su interés por la tecnología aplicada a la solución de problemas reales.

El procedimiento metodológico se organizó en varias etapas claramente definidas. En la primera etapa se realizó la recolección y limpieza de materiales reciclados, principalmente botellas plásticas y cartón. Esta fase tuvo un fuerte componente pedagógico, ya que permitió sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de reutilizar materiales y reducir la generación de residuos. La limpieza y preparación de los materiales garantizó la durabilidad de los basureros y evitó problemas sanitarios, al mismo tiempo que fomentó hábitos de orden y cuidado ambiental.

En la segunda etapa se llevó a cabo el diseño y construcción de los basureros, utilizando los materiales reciclados recolectados. Los estudiantes ensamblaron la estructura del basurero mediante el uso de silicona y cinta adhesiva, asegurando estabilidad y funcionalidad. Posteriormente, las estructuras fueron pintadas con colores llamativos y resistentes, con el objetivo de atraer la atención de los usuarios y reforzar el mensaje educativo relacionado con el reciclaje y la correcta disposición de residuos.

La tercera etapa correspondió a la integración de la tecnología Arduino, considerada el componente innovador del proyecto. En esta fase se instalaron sensores ultrasónicos para detectar la presencia de objetos y activar el sistema de apertura automática del basurero. Asimismo, se incorporaron servomotores controlados por placas Arduino Nano, programadas mediante el software Arduino IDE. Esta etapa permitió a los estudiantes comprender el funcionamiento básico de sistemas automatizados y la aplicación de la tecnología como herramienta para la sostenibilidad ambiental.

Posteriormente, se realizó la prueba y puesta en funcionamiento del sistema automatizado, verificando la correcta detección de objetos, la apertura y cierre de la tapa del basurero y el uso eficiente de la energía suministrada por baterías de litio. Estas pruebas permitieron ajustar detalles técnicos y asegurar el funcionamiento adecuado del prototipo dentro del entorno educativo.

Durante todo el proceso metodológico, el proyecto se desarrolló con recursos económicos mínimos, aprovechando materiales reciclados y componentes electrónicos recuperados de trabajos prácticos previos. Esta estrategia no solo redujo los costos, sino que reforzó los principios de la economía circular y la sostenibilidad, demostrando que es posible implementar soluciones tecnológicas educativas con recursos accesibles.

Finalmente, la metodología permitió evidenciar el impacto educativo, ambiental y social del proyecto, al promover una cultura de reciclaje, mejorar la gestión de residuos dentro de la institución y generar un modelo replicable para otras comunidades educativas. En conjunto, el enfoque metodológico aplicado garantizó la coherencia entre los objetivos del proyecto, su desarrollo técnico y su finalidad pedagógica, consolidando al EcoTech Educativo como una estrategia innovadora para la educación ambiental y tecnológica en el ámbito escolar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación del proyecto EcoTech Educativo: Basureros inteligentes con Arduino y reciclaje sostenible permite reflexionar de manera profunda sobre el papel de la educación como agente transformador frente a los desafíos ambientales actuales. A partir del texto base, se evidencia que la problemática de la gestión inadecuada de residuos plásticos no solo responde a una carencia de

infraestructura, sino también a una limitada conciencia ambiental dentro de la comunidad educativa. En este sentido, el proyecto trasciende la construcción de un dispositivo tecnológico y se posiciona como una estrategia pedagógica que articula sostenibilidad, innovación y aprendizaje significativo.

Uno de los aspectos más relevantes que emerge de la experiencia es la integración efectiva entre tecnología y educación ambiental. El uso de Arduino, sensores ultrasónicos y servomotores, combinados con materiales reciclados, demuestra que la tecnología puede ser empleada como un medio educativo accesible y contextualizado, y no únicamente como un fin técnico. Esta integración favorece la comprensión de que la innovación tecnológica puede orientarse hacia la solución de problemas reales del entorno, fortaleciendo en los estudiantes una visión crítica y responsable sobre el uso de la tecnología en beneficio del medio ambiente.

Desde una perspectiva pedagógica, el proyecto evidencia que el aprendizaje se fortalece cuando los estudiantes participan activamente en procesos de diseño, construcción y aplicación de soluciones concretas. La recolección y reutilización de botellas plásticas y cartón permitió a los estudiantes reflexionar sobre el valor de los residuos y su potencial de transformación, rompiendo con la percepción tradicional de la basura como un elemento sin utilidad. Esta experiencia práctica favorece la internalización de hábitos sostenibles, ya que el aprendizaje no se limita a contenidos teóricos, sino que se materializa en acciones observables dentro del entorno escolar.

Asimismo, la automatización del proceso de apertura de los basureros introduce una dimensión innovadora que incrementa la motivación y el interés de los estudiantes. El hecho de interactuar con un sistema automatizado despierta la curiosidad tecnológica y promueve la apropiación de conocimientos básicos de programación y electrónica. Este interés se convierte en un factor clave para reforzar la participación estudiantil y facilitar la adopción de prácticas de reciclaje, ya que el uso del basurero deja de ser una acción rutinaria para transformarse en una experiencia educativa significativa.

Otro elemento relevante en la discusión es el impacto del proyecto en la cultura ambiental de la comunidad educativa. A partir del texto base, se observa que la implementación de los basureros automáticos contribuyó a mejorar la gestión de residuos dentro de la institución, generando un entorno más limpio y ordenado. Sin embargo, más allá del impacto físico, el proyecto promovió cambios actitudinales en los estudiantes, quienes comenzaron a asumir un rol más activo y consciente frente a la separación de residuos y el cuidado del entorno. Este cambio cultural es uno de los logros más significativos del proyecto, ya que evidencia que la educación ambiental es más efectiva cuando se vincula con experiencias prácticas y contextualizadas.

En relación con los objetivos planteados, los resultados descritos en el texto base permiten afirmar que estos se cumplieron de manera coherente. El reciclaje y reutilización de materiales plásticos y cartón se concretó en la construcción de basureros funcionales y estéticos, demostrando que es posible generar soluciones sostenibles con recursos limitados. De igual manera, la implementación de la tecnología Arduino permitió automatizar el proceso de apertura de los basureros, mejorando la eficiencia en el manejo de residuos y aportando un valor agregado desde el punto de vista tecnológico y educativo.

La sensibilización de la comunidad educativa, objetivo central del proyecto, se evidencia en la participación activa de estudiantes y docentes durante las distintas etapas del desarrollo. La experiencia no solo fortaleció conocimientos, sino que también promovió valores como la responsabilidad ambiental, el trabajo colaborativo y el compromiso social. En este sentido, el proyecto se consolida como una propuesta pedagógica integral que articula el aprendizaje cognitivo con el desarrollo de actitudes y valores orientados a la sostenibilidad.

Desde una perspectiva reflexiva, es importante reconocer que el uso de materiales reciclados y componentes electrónicos recuperados no solo redujo los costos del proyecto, sino que también reforzó el mensaje educativo relacionado con la economía circular. Esta decisión metodológica demuestra que la sostenibilidad no es únicamente un concepto teórico, sino una práctica concreta que puede ser incorporada en proyectos educativos, incluso en contextos con recursos económicos limitados. Asimismo, el aprovechamiento de componentes reutilizados fomenta una actitud crítica frente al consumo tecnológico y promueve el uso responsable de los recursos.

En cuanto a la sostenibilidad y proyección futura del proyecto, el texto base destaca que el modelo de basurero automático es fácilmente replicable en otras instituciones educativas o comunidades. Este aspecto resulta clave, ya que amplía el impacto del proyecto más allá de su contexto inmediato. La posibilidad de incorporar mejoras, como el uso de energías renovables, refuerza la idea de que la innovación educativa es un proceso dinámico y en constante evolución, que puede adaptarse a nuevas necesidades y desafíos.

No obstante, también es pertinente reflexionar sobre los retos que implica la implementación de este tipo de proyectos. La integración de tecnología requiere acompañamiento docente y una adecuada planificación para garantizar que los objetivos pedagógicos se cumplan y que la tecnología no se convierta en un elemento aislado. En este sentido, el rol del docente como mediador del aprendizaje resulta fundamental para orientar

el proceso, facilitar la comprensión de los contenidos y promover una reflexión crítica sobre el impacto ambiental y social del proyecto.

En síntesis, la discusión reflexiva del proyecto EcoTech Educativo permite afirmar que la combinación de educación ambiental, tecnología accesible y aprendizaje práctico constituye una estrategia efectiva para fortalecer la conciencia ecológica y el compromiso social en el ámbito educativo. La experiencia demuestra que los estudiantes pueden convertirse en protagonistas de su aprendizaje y en agentes de cambio cuando se les brinda la oportunidad de participar en proyectos significativos que responden a problemáticas reales de su entorno. De esta manera, el proyecto no solo contribuye a la mejora de la gestión de residuos, sino que también aporta a la formación integral de ciudadanos responsables, críticos y comprometidos con la sostenibilidad.

CONCLUSIÓN

El desarrollo del proyecto EcoTech Educativo: Basureros inteligentes con Arduino y reciclaje sostenible permite concluir que el diseño e implementación de basureros automáticos elaborados con materiales reciclados y tecnología accesible influyen de manera significativa y positiva en la gestión de residuos sólidos y en el fortalecimiento de la concienciación ambiental dentro de la comunidad educativa. A partir de la experiencia descrita, se evidencia que la integración de soluciones tecnológicas en el ámbito pedagógico constituye una estrategia eficaz para promover prácticas sostenibles, modificar hábitos cotidianos y generar aprendizajes significativos relacionados con el cuidado del medio ambiente.

En relación con la pregunta de investigación, los resultados obtenidos permiten afirmar que la implementación de basureros inteligentes contribuye a mejorar la gestión de residuos al facilitar la disposición adecuada de la basura y promover la separación responsable de los desechos. El sistema automatizado de apertura, basado en tecnología Arduino y sensores ultrasónicos, optimiza el uso de los basureros y motiva a los usuarios a interactuar de manera consciente con el dispositivo, reduciendo prácticas inadecuadas como el contacto directo con la basura o la disposición incorrecta de residuos. Esta interacción tecnológica se convierte en un elemento educativo que refuerza el mensaje de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

El objetivo general del estudio, orientado a diseñar y construir basureros automáticos con materiales reciclados y tecnología Arduino para mejorar la gestión de residuos y promover prácticas sostenibles de reciclaje en la comunidad educativa, se cumplió de manera satisfactoria. La construcción de basureros funcionales a partir de botellas plásticas y cartón reciclado demuestra que es posible generar soluciones sostenibles con recursos accesibles, al mismo tiempo que se fortalece la conciencia sobre la reutilización de materiales. La incorporación de tecnología permitió automatizar el sistema de apertura, mejorando la eficiencia del manejo de residuos y otorgando un valor innovador al proyecto, lo que incrementó el interés y la participación de los estudiantes.

En cuanto al primer objetivo específico, relacionado con la reutilización de materiales plásticos y cartón para la construcción de basureros funcionales y estéticos, se evidencia su cumplimiento al lograr la transformación de residuos en dispositivos útiles para la comunidad educativa. Este proceso permitió a los estudiantes comprender el valor de los materiales reciclables y reflexionar sobre la importancia de reducir la generación de residuos. Además, el diseño estético y llamativo de los basureros favoreció su aceptación y uso continuo, contribuyendo a la adopción de hábitos sostenibles y a la mejora del entorno escolar.

Respecto al segundo objetivo específico, centrado en la integración de tecnología Arduino para automatizar la apertura de los basureros, se concluye que este elemento tecnológico fue clave para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos. La automatización no solo facilitó el uso del basurero, sino que también promovió el aprendizaje práctico de conceptos básicos de electrónica y programación, fortaleciendo competencias tecnológicas en los estudiantes. Esta experiencia permitió evidenciar que la tecnología puede ser utilizada como una herramienta pedagógica para abordar problemáticas ambientales, favoreciendo la articulación entre conocimiento técnico y conciencia ecológica.

En relación con el tercer objetivo específico, orientado a sensibilizar a la comunidad educativa sobre la importancia del reciclaje y la sostenibilidad ambiental, se constató que el proyecto generó un impacto positivo en las actitudes y comportamientos de los estudiantes y demás miembros de la institución. La participación activa en las distintas etapas del proyecto, desde la recolección de materiales hasta el uso de los basureros automáticos, fortaleció el sentido de responsabilidad ambiental y promovió una cultura de reciclaje dentro del entorno educativo. Este proceso de sensibilización fue potenciado por el enfoque pedagógico del proyecto, que vinculó el uso de los basureros con actividades educativas y reflexivas.

Desde una perspectiva educativa, el proyecto permitió demostrar que el aprendizaje es más significativo cuando los estudiantes se involucran en experiencias prácticas que responden a necesidades reales de su contexto. La construcción y uso de los basureros inteligentes favoreció el desarrollo de habilidades como el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y el pensamiento crítico, al mismo tiempo que fortaleció

valores relacionados con el cuidado del medio ambiente y el uso responsable de la tecnología. En este sentido, el proyecto no solo cumplió con sus objetivos ambientales y tecnológicos, sino que también aportó de manera significativa a la formación integral de los estudiantes.

Asimismo, el uso de recursos económicos mínimos y materiales reciclados evidencia la viabilidad y sostenibilidad del proyecto, demostrando que la falta de recursos no constituye un impedimento para desarrollar iniciativas educativas innovadoras. La reutilización de componentes electrónicos y materiales reciclados refuerza los principios de la economía circular y promueve una visión crítica frente al consumo y el desperdicio, aspectos fundamentales para una educación orientada al desarrollo sostenible.

En conclusión, el proyecto EcoTech Educativo confirma que la implementación de basureros inteligentes con tecnología Arduino y materiales reciclados es una estrategia pedagógica efectiva para mejorar la gestión de residuos y fortalecer la conciencia ambiental en la comunidad educativa. El cumplimiento de la pregunta de investigación, el objetivo general y los objetivos específicos evidencia que la integración de tecnología, reciclaje y educación ambiental permite generar impactos positivos a nivel educativo, social y ambiental. Esta experiencia se consolida como un modelo replicable y sostenible que puede ser adoptado por otras instituciones educativas, contribuyendo a la formación de ciudadanos responsables, comprometidos con la sostenibilidad y capaces de utilizar la tecnología como una herramienta para la transformación de su 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
- 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., & Ortiz, 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. Obtenido de <https://turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/view/13670/9812>
- 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>