



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,  
Volumen 9, Número 5.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i5](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5)

# **ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES GASES TÓXICOS EN LOS VERTEDEROS URBANOS, BUENAVENTURA, COLOMBIA**

**CIRCULAR ECONOMY FOR THE MITIGATION OF TOXIC  
GAS EMISSIONS IN URBAN LANDFILLS,  
BUENAVENTURA, COLOMBIA**

**Ivonne Tatiana Valois Ayobi**  
Universidad Popular del Cesar – Colombia

**Efraín Enrique González Avellaneda**  
Universidad del Magdalena - Colombia

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v9i5.20841](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5.20841)

## **Economía circular para la mitigación de emisiones gases tóxicos en los vertederos urbanos, Buenaventura, Colombia**

**Ivonne Tatiana Valois Ayobi<sup>1</sup>**

[keibra2@hotmail.com](mailto:keibra2@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0008-6167-2368>

Universidad Popular del Cesar  
Colombia

**Efraín Enrique González Avellaneda**

[efrain730315@hotmail.com](mailto:efrain730315@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-3650-9699>

Universidad del Magdalena  
Colombia

### **RESUMEN**

El presente estudio de investigación planteó el objetivo de determinar la efectividad de la economía circular como estrategia pedagógica para la mitigación de las emisiones de gases tóxicos en los vertederos de Buenaventura, Colombia. La metodología adoptada fue de enfoque cuantitativo, alcance descriptivo y diseño preexperimental, dirigida a una muestra por conveniencia de 58 estudiantes de preescolar a 5to grado. Se empleó un instrumento tipo encuesta (Pretest y Posttest de 10 ítems) cuya alta confiabilidad se confirmó con un coeficiente alfa de cronbach de 0,80, y los datos fueron analizados mediante frecuencias, porcentajes y la prueba de student. Inicialmente, el pretest demostró un desconocimiento y una actitud ambiental pasiva, de aquí se procedió a una intervención del grupo con las estrategias de economía circular, se aplicó un posttest posterior reveló que la intervención influyó significativamente, demostrando la economía circular como estrategia pedagógica tiene un impacto efectivo en la reducción de residuos que causan emisiones de gases tóxicos en la Institución Educativa Gerardo Valencia Cano, Sede 6 de enero. En conclusión, el proyecto logró transformar la cognición y las actitudes de los estudiantes, creando hábitos de economía circular es muy efectivo que permitirá en el futuro la mitigación de emisiones en el vertedero de Buenaventura.

**Palabras clave:** economía circular, educación ambiental, emisión de gases tóxicos, estrategias ambiental

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [keibra2@hotmail.com](mailto:keibra2@hotmail.com)

# Circular economy for the mitigation of toxic gas emissions in urban landfills, Buenaventura, Colombia

## ABSTRACT

This research study aimed to determine the effectiveness of the circular economy as a pedagogical strategy for mitigating toxic gas emissions in landfills in Buenaventura, Colombia. The methodology adopted was quantitative in approach, descriptive in scope, and pre-experimental in design, targeting a convenience sample of 58 students from preschool to 5th grade. A survey-type instrument (10-item pretest and posttest) was used, whose high reliability was confirmed with a Cronbach's alpha coefficient of 0.80, and the data were analyzed using frequencies, percentages, and the Student's t-test. Initially, the pretest revealed a lack of knowledge and a passive attitude toward the environment. The group then underwent an intervention with circular economy strategies, and a subsequent posttest revealed that the intervention had a significant influence, demonstrating that the circular economy as a pedagogical strategy has an effective impact on reducing waste that causes toxic gas emissions at the Gerardo Valencia Cano Educational Institution, 6 de Enero Campus. In conclusion, the project succeeded in transforming the students' cognition and attitudes, creating circular economy habits that are very effective and will allow for the mitigation of emissions at the Buenaventura landfill in the future.

**Keywords:** Circular economy, environmental education, toxic gas emissions, environmental strategies

*Artículo recibido 24 septiembre 2025*

*Aceptado para publicación: 27 octubre 2025*



## INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos (RSU) y la consecuente acumulación en vertederos representan uno de los desafíos ambientales más críticos de la actualidad. Estos sitios de disposición final se convierten en focos de liberación de grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que son subproductos de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica. Esta emisión no solo contribuye significativamente al calentamiento global y la contaminación atmosférica, sino que también se agrava con la proliferación de basureros improvisados, lo cual impacta directamente en la calidad de vida y la salud de las poblaciones aledañas.

La acumulación de GEI provenientes de los vertederos es una problemática mundial, como lo demuestran informes del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (ONU, 2020) y los reportes nacionales, como el de INECC (2018) en México, que señala al sector residuos como responsable del 6.56% de las emisiones totales de GEI. Adicionalmente, la descomposición de plásticos bajo condiciones de vertedero libera una variedad de contaminantes peligrosos, incluyendo dioxinas, furanos, benceno, tolueno y cloruro de vinilo, lo que subraya la complejidad y gravedad de este impacto ambiental. El tema central que aborda este artículo es la mitigación de las emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos generados por los vertederos a través de la implementación de una pedagogía ambiental enfocada en la economía circular.

El problema de investigación radica en el vacío de conocimiento y acción efectiva a nivel comunitario para contrarrestar la contaminación atmosférica y los riesgos para la salud asociados a los vertederos, a pesar de que la problemática es conocida y documentada. Específicamente, en la región de Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia, la persistencia de vertederos ilegales, la sobrecapacidad de celdas transitorias y la quema de basura en zonas como La Playita, aledaña a la Institución Educativa Gerardo Valencia Cano, Sede 6 de enero, evidencian una crisis local, que genera daños ecológico de la zona en la calidad del suelo, el agua y el aire, además de afecciones directas en la salud de los pobladores (enfermedades respiratorias, alergias, enfermedades de la piel y endémicas).

El estudio posee una relevancia crítica al abordar directamente la mitigación de una amenaza ambiental y de salud pública inminente en Buenaventura, Colombia, pues la persistencia de vertederos

improvisados en zonas aledañas a la institución genera la emisión de gases tóxicos (como CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>) y otros contaminantes, exponiendo directamente a la comunidad, especialmente a los estudiantes, a riesgos sanitarios. La investigación se justifica como un mecanismo de acción y monitoreo esencial ante la ineficacia de las políticas actuales para controlar estas emisiones, además, su pertinencia radica en el principio de justicia ambiental, buscando empoderar a las comunidades vulnerables a través de la educación, garantizando su participación activa en la búsqueda de soluciones sostenibles y transformando a la comunidad educativa en un agente de cambio.

En forma general todo lo expuesto, se fundamenta en un marco legal y estratégico nacional, alineándose con la Constitución Política de Colombia (derecho a un ambiente sano), las Leyes 99 de 1993 y 1333 de 2009, y la Política Nacional de Educación Ambiental (Ley 1549 de 2012). De aquí que para la propuesta de pedagogía ambiental con economía circular se corresponde directamente con la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) del Gobierno de Colombia, contribuyendo explícitamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 y 12. El estudio ofrece un aporte práctico y metodológico significativo: diseña una propuesta educativa específica que articula la educación con la economía circular y utiliza métodos cuantitativos validados para generar resultados robustos. Esto encausa a la comunidad hacia una cultura circular y además de proveer una referencia metodológica valiosa, siendo académicamente pertinente al integrarse con la línea de investigación en "Pedagogía y sostenibilidad" de la Maestría de la Universidad Popular del César.

Por otra parte, el proyecto se sustenta en una articulación teórica tridimensional que aborda el problema de la contaminación por vertederos desde una perspectiva de intervención socioeducativa, donde las teorías fundacionales son la pedagogía ambiental, la economía circular y el marco conceptual de las emisiones de gases en vertederos, en este sentido, la pedagogía ambiental se enfoca en el campo educativo crítico y transformador, de acuerdo a Santos (2000) y Torres (2017), señalan la necesidad de transformar el pensamiento y el paradigma científico en conocimiento accesible y significativo para el colectivo social, promoviendo la sustentabilidad y la acción colectiva, de acuerdo a los principios incluyen la ética ambiental y biocéntrica (Leopold, 1949), asimismo, la justicia ambiental y equidad social (Martínez, 2002), y la educación para la sostenibilidad (UNESCO, 2015).

Por otro lado, la economía circular establece el marco de solución, enfocándose en el cierre de ciclos tanto biológico como el técnico a fin de minimizar la extracción de recursos y la generación de desechos. En cuanto a las variables o categorías de análisis centrales del estudio son la pedagogía ambiental y la economía circular, con la mitigación de emisiones de gases tóxicos (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) como variable de resultado.

Los antecedentes consultados, tanto internacionales como nacionales, giran en torno a la Economía Circular como estrategia de mitigación. Estudios como los de Carhuallanqui et al. (2025) y Martínez (2022) resaltan el potencial socioeconómico de la economía circular, su alineación con la jerarquía de gestión de residuos y la necesidad de incentivos legales para su adopción. En el contexto colombiano, Vega (2025) y Rincón (2024) evidencian el bajo aprovechamiento de residuos y la necesidad de integrar la gobernanza colaborativa y la cultura local para implementar la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) y las teorías de Tchobanoglous (1993) y Smith et al. (2001) quienes definen al vertedero como el reactor bioquímico donde la descomposición anaeróbica genera biogás.

De modo general que el proyecto proporciona una propuesta de intervención teóricamente fundamentado y prácticamente cuantificable, diseñado para medir la eficacia de la acción pedagógica en la mitigación de las emisiones tóxicas. Esto se enfoca tanto en abordar el vacío de soluciones sociales y en ofrecer una metodología replicable para transformar problemáticas ambientales locales a través de la educación.

En relación al contexto de estudio se sitúa en el Distrito Especial de Buenaventura, principal puerto marítimo de Colombia en el Pacífico y municipio de la subregión Occidente del Valle del Cauca, que se caracteriza por ubicarse geográfica y climáticamente, en una zona costera cálida y de alta humedad, con la presencia de selvas del pacífico y ecosistemas de manglares. Social y demográficamente, Buenaventura alberga una población proyectada de 450.000 habitantes, con una marcada diversidad étnica, siendo la comunidad afrodescendiente la mayoría (cerca del 90%) y existiendo minorías indígenas.

El estudio se realiza específicamente en la comunidad de la Institución Educativa Técnica Industrial Gerardo Valencia Cano, Sede 6 de Enero. Históricamente y socialmente, esta institución, fundada bajo el liderazgo de monseñor Gerardo Valencia Cano, se ha dedicado a atender a poblaciones vulnerables (afrodescendientes e indígenas) del litoral Pacífico, ofreciendo formación técnica para el desarrollo

regional. Por lo tanto, la investigación se enmarca en un contexto de alta vulnerabilidad social y ambiental, donde la comunidad educativa ha sido históricamente un foco de desarrollo y ahora requiere ser el eje de acción para la mitigación de los riesgos sanitarios generados por los vertederos improvisados.

Finalmente, el propósito central de este estudio se establece mediante el siguiente objetivo general: determinar la efectividad de la economía circular como estrategia para la mitigar emisiones de gases tóxicos en vertederos cercanos a la Institución Educativa Gerardo Valencia Cano, Sede 6 de enero, Buenaventura, Colombia. Para guiar este estudio, se plantea la hipótesis, la economía circular como estrategia pedagógica que contribuye efectivamente en la mitigación de gases tóxicos de vertederos de Buenaventura, este objetivo y esta hipótesis delimitan el alcance del trabajo y orientan la metodología hacia la evaluación del impacto de la educación y la circularidad en la solución de la problemática ambiental local.

## **METODOLOGÍA**

El presente estudio se enmarcó en un enfoque de investigación cuantitativo, fundamentado en el paradigma positivista (Hernández y Mendoza, 2018), este enfoque es esencial para el objetivo del estudio, ya que permite la medición objetiva y sistemática de sobre las variables medibles (conocimientos, actitudes y prácticas). Con respecto al alcance de la investigación fue de tipo explicativo, con una fase inicial descriptiva, buscando no solo documentar el estado inicial de las variables (fase descriptiva), sino principalmente establecer relaciones de causa-efecto (fase explicativa) entre la intervención pedagógica y la mitigación de emisiones en la comunidad, de modo que se garantiza que cualquier cambio observado pueda ser atribuido a la propuesta de intervención diseñada. Por otro lado, el diseño de investigación es de tipo preexperimental con un único grupo y un esquema de preprueba-postprueba ( $O_1 - X - O_2$ ), este diseño fue seleccionado debido a las características del contexto educativo de Buenaventura, donde la prioridad era la participación comunitaria realista en un grupo intacto (García, 2020). Este diseño se aplicó a una población y muestra, las cuales consistieron en un grupo único de 58 estudiantes de preescolar a quinto grado de la Institución Educativa Gerardo Valencia Cano, Sede 6 de enero, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia

debido a la accesibilidad y a sus condiciones socioeconómicas homogéneas (estratos 1 y 2), para ello se contó con el consentimiento informado de la dirección de la institución y de los acudientes.

En lo que se refiere a las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron la encuesta, la observación y la revisión documental, así como instrumento principal fue un cuestionario (pretest y postest), diseñado con 12 ítems que midieron conocimientos/actitudes y prácticas ambientales mediante una escala Likert mixta de 3 alternativas de respuestas, además se utilizó el registro de observación/guía de observación y las notas de campo para documentar el desarrollo y las dinámicas durante la intervención.

Se continuó con la validación y confiabilidad de los instrumentos se realizó con rigor, de aquí que, la validez de contenido del cuestionario fue asegurada mediante el juicio de dos expertos con experiencia en investigación y pedagogía ambiental, quienes verificaron la coherencia y pertinencia de los ítems con los objetivos del estudio. A continuación, la confiabilidad se determinó mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, en la cual se obtuvo un resultado de 0,81 a partir de una prueba piloto, indicando una alta consistencia interna para su aplicación al grupo seleccionado con similares características a la muestra objeto de estudio.

Finalmente, las técnicas de procesamiento y análisis de datos fueron cuantitativas. Primero, se empleó el análisis descriptivo (frecuencias, porcentajes y medias aritméticas) para establecer la línea base (O1) y el estado final (O2). Posteriormente, se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas para realizar el análisis inferencial, comparando las medias del pretest y postest. Esto permitió determinar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ), lo cual es fundamental para contrastar la hipótesis de investigación (H1) y determinar el grado de influencia de la propuesta pedagógica en la comunidad. Las limitaciones inherentes al diseño preexperimental se mitigaron con la triangulación de datos y el control contextual para documentar posibles factores de confusión.

Seguidamente se diseñó e implementó la propuesta de intervención, titulada "Una Buenaventura Verde: Un laboratorio para fortalecer la economía circular", se fundamenta en la pedagogía ambiental (UNESCO, 1977; 2015) para generar un proceso educativo vivencial y transformador en la Institución Educativa Gerardo Valencia Cano, Sede 6 de Enero. Su objetivo principal es implementar la propuesta para reducir emisiones de gases derivadas de residuos sólidos al vincular la comprensión de las causas de la contaminación de los vertederos con las soluciones de la economía circular, la propuesta busca

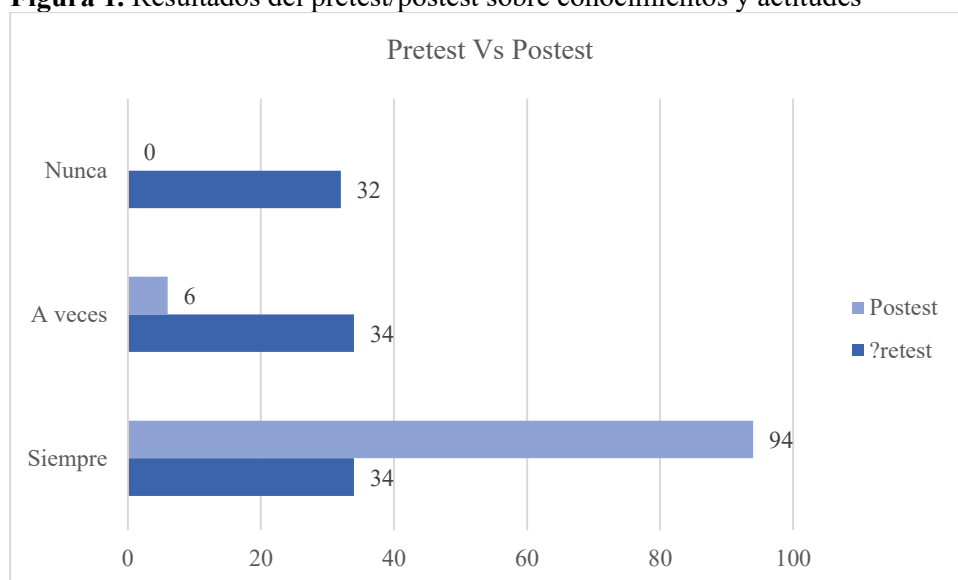


sensibilizar a los estudiantes sobre la huella de carbono, fomentar prácticas de reducción, reutilización y reciclaje (las 3R), y fortalecer la vinculación entre la escuela, la comunidad y las instituciones locales como agentes activos de cambio ambiental.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez aplicado los test (pretest y posttest), se consideró en tratamiento de la información a la dimensión: conocimientos y actitudes, y la dimensión prácticas ambientales en economía circular, en los cuales se determinó la frecuencia y porcentajes de las respuestas para cada test y se procedió a tabular y graficar, y posteriormente se calculó el estadístico t. de student para determinar la comparación de ambos instrumentos. A continuación se presentan los resultados de la primera dimensión, en la tabla 1

**Figura 1.** Resultados del pretest/posttest sobre conocimientos y actitudes



Fuente: Elaboración propia.

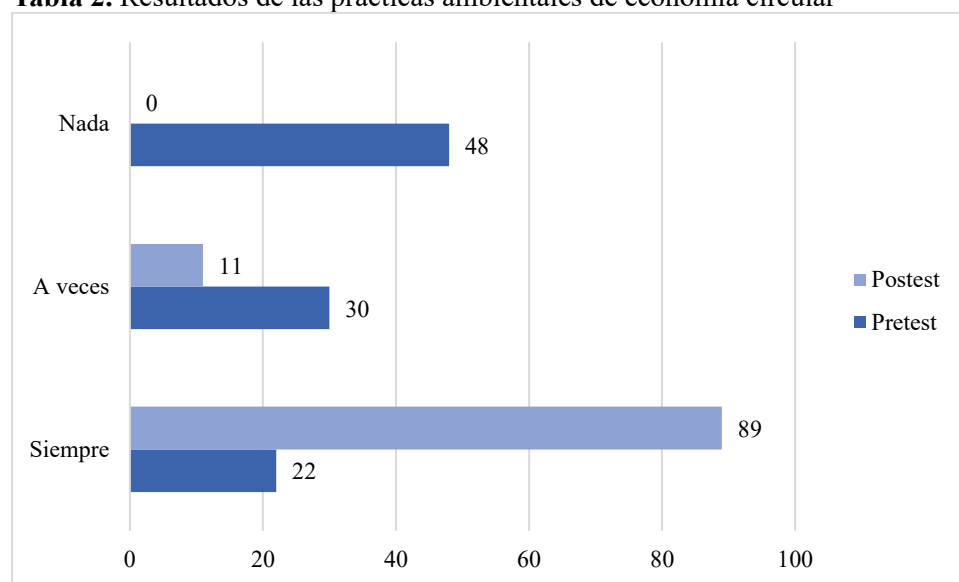
Los resultados de los conocimientos y actitudes demuestran que en el pretest, las respuestas estaban divididas de manera casi uniforme entre siempre (34%), a veces (34%) y nunca (32%), y en comparación los resultados del posttest nunca, no fue considerada por los estudiantes y se eliminó por completo (0%), en cuanto a la alternativa, a veces, se redujo a un mínimo (6%), y la respuesta siempre aumentó considerablemente hasta convertirse en la respuesta de mayor porcentaje alcanzando un 94%.

La transformación observada valida el marco teórico de la investigación, donde en el test inicial de conocimiento fragmentado y actitudes pasivas coincidió con las críticas de autores como Alenza (2020), quien argumenta que la economía circular suele ser apropiada de forma superficial (limitada al reciclaje)

sin una comprensión de sus principios sistémicos. De aquí, que la superación de este déficit, reflejada en el postest, evidencia el poder de la pedagogía ambiental para democratizar conocimiento complejo, como la composición de los gases tóxicos y sus efectos (Tchobanoglous, 1993; Smith et al., 2001). Este cambio demuestra que la intervención fue extraordinariamente exitosa, logrando no solo eliminar las conductas o conocimientos negativos, sino también consolidar la respuesta positiva deseada en la inmensa mayoría de los participantes.

Con respecto a la dimension sobre practicas mambientales de economía circular, se registró los siguientes resultados, que se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de las prácticas ambientales de economía circular



Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre el pretest y el posttest demuestra una transformación profundamente positiva y efectiva de la intervención realizada. Inicialmente, en el pretest, aproximadamente la mitad de las respuestas (48%) se ubicaban en la categoría negativa (nada), mientras que solo un 22% correspondía a la respuesta positiva ideal (siempre). No obstante, con la aplicación del tratamiento con economía circular, los resultados del posttest muestran un cambio significativo: la categoría, nada, no fue considerada por los estudiantes (0%), la frecuencia intermedia, a veces, se redujo significativamente a un 11%, y la respuesta siempre, la cual experimentó un aumento, hasta alcanzar un 89%. Esta evolución confirma que la intervención fue altamente exitosa, logrando erradicar por completo la falta de

conocimiento o adherencia y consolidando la respuesta positiva deseada en la gran mayoría de los participantes.

Lo anterior, coincide con los planteamientos de autores como, Alenza (2020) sobre el conocimiento fragmentado y la baja adherencia a los principios de la Economía Circular (EC) más allá del simple reciclaje. Este éxito valida la hipótesis central del estudio, apuntando a los planteamientos que respalda Zamorano (2021), al confirmar que la superación de la indiferencia y la consolidación de hábitos ambientales complejos (como los necesarios para la EC) son factibles y altamente efectivos cuando se implementan mediante demostraciones prácticas y un enfoque educativo integral.

En función de validar con mayor énfasis estadístico se determinó la t. de student de modo de lograr el objetivo final de la investigación, cuyos datos se detallan en la tabla 2

**Tabla 2 .** Resultados de la t. de student

| Items | Media Pretest (X-1) | Media Posttest (X-2) | Diferencia de Medias | Varianza de la Diferencia (Sd2) | Valor de t | H1        | H0         |
|-------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------------------|------------|-----------|------------|
| 1     | 1.85                | 2.9                  | 1.05                 | 0.4                             | 7.42       | Se acepta | Se rechaza |
| 2     | 1.5                 | 2.85                 | 1.35                 | 0.29                            | 11.23      | Se acepta | Se rechaza |
| 3     | 2.4                 | 3                    | 0.6                  | 0.25                            | 5.37       | Se acepta | Se rechaza |
| 4     | 2.15                | 2.95                 | 0.8                  | 0.24                            | 7.29       | Se acepta | Se rechaza |
| 5     | 2.2                 | 3                    | 0.8                  | 0.28                            | 6.77       | Se acepta | Se rechaza |
| 6     | 1.65                | 2.95                 | 1.3                  | 0.31                            | 10.43      | Se acepta | Se rechaza |
| 7     | 2.1                 | 2.95                 | 0.85                 | 0.28                            | 7.19       | Se acepta | Se rechaza |
| 8     | 1.4                 | 2.9                  | 1.5                  | 0.25                            | 13.42      | Se acepta | Se rechaza |
| 9     | 2.05                | 2.85                 | 0.8                  | 0.29                            | 6.63       | Se acepta | Se rechaza |
| 10    | 1.6                 | 2.8                  | 1.2                  | 0.27                            | 9.71       | Se acepta | Se rechaza |

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los ítems mediante una prueba t para muestras relacionadas revela una mejora estadísticamente significativa y consistente en todos los aspectos evaluados. En cada uno de los 10 ítems, la media del posttest es notablemente superior a la del pretest, con diferencias de medias que oscilan entre 0.60 y 1.50 puntos. El valor t calculado para cada ítem, que varía desde 5.37 hasta 13.42, supera en todos los casos el valor crítico necesario para alcanzar la significancia estadística.

A través del tratamiento estadístico se valida que el cambio observado fue consecuencia directa de la aplicación de la intervención, demostrando una influencia probada tanto en la conciencia como en la acción práctica de los estudiantes. Estos resultados evidencian las teorías que fundamentan la

investigación en autores como, Carhuallanqui et al. (2025) y Martínez (2022), quienes enfatizan la viabilidad socioeconómica y la necesidad de las prácticas en la economía circular. De aquí como indican Vega (2025) y Rincón (2024), a través de la educación ambiental y la inclusión de estrategias ambientales que puedan ayudar a comprender los efectos de las prácticas inadecuadas de los residuos en los vertederos y sobre todo desde la falta de conocimientos de hogares y la escuela donde falta mayor impulso en el tratamiento de los desechos creando el ciclo interminable de impacto ambiental.

En torno a estos planteamientos, se destaca la importancia fundamental del presente estudio en su integración metodológica y enfoque en la acción educativa, de manera que la economía circular en una comunidad vulnerable como Buenaventura, demostrando la influencia cuantificable de la acción educativa en la mitigación de emisiones tóxicas y proporcionando una intervención esencial para crear la conciencia ambiental.

## **CONCLUSIONES**

La investigación logró comprobar la hipótesis y alcanzar el objetivo general del estudio: determinar la efectividad de la economía circular como estrategia para la mitigar emisiones de gases tóxicos en vertederos cercanos a la Institución Educativa Gerardo Valencia Cano, Sede 6 de enero, Buenaventura, Colombia. Para ello se llevó a cabo un preexperimento con un tratamiento de pretest y posttest después de aplicar una intervención de estrategias con economía circular, seguido de un análisis estadístico riguroso, particularmente la prueba t de Student, demostró una influencia causalmente efectiva de la intervención, con estos datos se demostró un aumento promedio de más de +1,12 puntos en la escala de medición para ambas dimensiones, lo que valida que la aplicación de la estrategia pedagógica de la Economía Circular (EC) genera una mejora estadísticamente significativa en la comunidad educativa. Por lo tanto, se concluye que la implementación de una propuesta de pedagogía ambiental basada en la EC influye positivamente en la mitigación de emisiones de vertederos en Buenaventura.

La efectividad de la intervención se manifestó en una doble transformación. En el plano cognitivo y actitudinal, la propuesta logró erradicar el desconocimiento y la pasividad iniciales (cerca del 70% de respuestas negativas/pasivas en el Pretest), transitando hacia un dominio excelente y una actitud proactiva (cerca del 95% de respuestas positivas en el Postest). En el plano práctico, la pedagogía

ambiental desmitificó la EC, que inicialmente se veía solo como reciclaje, y consolidó la adopción de hábitos sistémicos como la reducción y la reutilización. Al lograr esta modificación de conductas, el estudio justifica la base teórica de Tchobanoglous y Smith, pues la reducción y valorización de la materia orgánica y otros residuos en la fuente se traduce directamente en la reducción de la carga que llega al vertedero, mitigando así la generación de biogás (principalmente CH<sub>4</sub>).

El aporte fundamental de este trabajo radica en la integración metodológica y la validación práctica de la educación ambiental como herramienta de gestión ambiental. A diferencia de otros estudios que se enfocan en la viabilidad legal o técnica de la economía circular, esta investigación demuestra que la acción pedagógica directa es un factor determinante y cuantificable en la mitigación de emisiones. La implementación de las estrategias de "Una Buenaventura Verde" no solo formó agentes de cambio, sino que proporcionó un modelo de intervención replicable que utiliza el aula como un laboratorio de sostenibilidad. Este enfoque es determinante para la justicia ambiental, ya que empodera a las comunidades más vulnerables, como la Institución Educativa Gerardo Valencia Cano, para participar activamente en la solución de problemas ambientales.

Si bien el estudio valida la influencia de la Pedagogía Ambiental, existen interrogantes pendientes que requieren la ampliación de la investigación. El principal interrogante reside en la temporalidad y la escalabilidad de los hábitos: ¿la transformación actitudinal y cognitiva evidenciada por el Posttest se mantendrá de forma autónoma tras seis meses o un año sin la intervención directa del proyecto? Se plantea a futuros investigadores la tarea de realizar un estudio longitudinal de seguimiento para medir la sostenibilidad del cambio de comportamiento en el tiempo, especialmente en cuanto a las prácticas de separación y valorización de la materia orgánica. Adicionalmente, se sugiere la necesidad de investigar la viabilidad de integrar la EC como estrategia de generación de ingresos para las familias de la comunidad educativa, lo que vincularía el componente pedagógico con el desarrollo socioeconómico y fortalecería la replicabilidad del modelo más allá del ámbito escolar.

En conclusión, la investigación demostró que la Economía Circular, cuando se aplica a través de un marco de Pedagogía Ambiental contextualizada, va más allá de ser una teoría de gestión de residuos; se convierte en una estrategia de mitigación de emisiones de alta efectividad. El estudio deja como prospectiva la necesidad de escalar este modelo a otras instituciones educativas en Buenaventura y la

región, consolidando una red de escuelas sostenibles. Esto aseguraría que la influencia positiva de la intervención inicial se mantenga a largo plazo, transformando la cultura local hacia la sostenibilidad y la resiliencia climática, que son esenciales para el desarrollo del territorio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alenza, J. (2020). La economía circular en el Derecho Ambiental. *Actualidad Jurídica Ambiental*, Congreso Nacional de Derecho Ambiental, 2(102), 225-249.
- Carhuallanqui, R., Mamani, P., Sosa, K., y Icho, J. (2025). De residuos a recursos: un enfoque científico en la economía circular y su impacto en la sustentabilidad. *Ingeniería Siglo XXI*, 7(7).  
<https://eventosindustrial.unmsm.edu.pe/investigacionfii/wp-content/uploads/2025/04/Ingenier%C3%83%C2%ADa-Siglo-XXI-N%C3%82%C2%B0-7-1.pdf#page=68>
- Cook, T. D., y Reichardt, C. S. (2015). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Ediciones Morata.
- García, E. (2020). *Diseños de investigación experimental en educación*. Editorial Síntesis.
- Hernández, R., y Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- INECC. (2018). *Informe nacional de calidad del aire 2018*. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Jiménez, L. (2020). Economía circular-espiral. Opciones estratégicas desde el reciclaje al cambio sistémico. *Dossieres EsF*, (37), 7-15. <https://ecosfron.org/portfolio/dossieres-esf-n-o-37-la-economia-circular-una-opcion-inteligente/>
- Leopold, A. (1949). *A Sand County Almanac*. Oxford University Press.
- Martínez, J. (2002). *Justicia ambiental: Un análisis desde la perspectiva de la equidad*. Editorial Ecología y Desarrollo.
- Martínez, J. (2022). La gestión de los residuos municipales al amparo del nuevo modelo de economía circular. A propósito del Proyecto de Ley de Residuos y Suelos Contaminados. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*. Nueva Época, (17), 202-217.  
<https://doi.org/10.24965/reala.i17.10986>

- ONU. (2020). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: Informe anual 2020. Naciones Unidas.
- Rincón, J. (2024). Economía circular y gobernanza colaborativa: Una perspectiva desde el contexto colombiano. Editorial Universidad del Valle.
- Santos, M. (2000). La naturaleza del espacio: Técnica y tiempo, razón y emoción. Ariel Geografía.
- Smith, A., Brown, K., Ogilvie, S., Rushton, K., y Bates, J. (2001). Waste management options and climate change. European Commission.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., y Vigil, S. A. (1993). Integrated solid waste management: Engineering principles and management issues. McGraw-Hill.
- Torres, J. (2017). Educación ambiental y sostenibilidad: Principios y prácticas. Editorial La Catarata.
- UNESCO. (1977). Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental. UNESCO.
- UNESCO. (2015). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Objetivos de aprendizaje. UNESCO.
- Vega, L. (2025). Propuesta tecnológica para la valorización de residuos plásticos de un solo uso generados en la ciudad de Bogotá D.C. [Proyecto de Investigación, Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/e31839c8-922a-4882-bf38-311354e3e642/content>
- Zamorano, J. (2021). El derecho a la ciudad sostenible. Revista de Estudios de la Administración Local y Autónoma (REALA). Nueva Época, (15), 86-106.