

Prácticas pedagógicas innovadoras con cáscara de banano para promover conciencia ecológica.

Innovative pedagogical practices with banana peel to promote ecological awareness.

Ostaiza-Bailón, Jahaira Marianela¹; Castro-Delgado, Ligia Margarita²; García-Hevia, Segress³.

¹ Universidad Bolivariana del Ecuador; Ecuador, Durán; <https://orcid.org/0000-0002-8691-6911>; jmostaizab@ube.edu.ec

² Universidad Bolivariana del Ecuador; Ecuador, Durán; <https://orcid.org/0009-0009-0196-8420>; lmcastrod_a@ube.edu.ec

³ Universidad Bolivariana del Ecuador; Ecuador, Durán; <https://orcid.org/0000-0002-6178-9872>; sgarciah@ube.edu.ec

Cita: Ostaiza-Bailón, J. M., Castro-Delgado, L. M., & García-Hevia, S. (2026). Prácticas pedagógicas innovadoras con cáscara de banano para promover conciencia ecológica. *Innova Science Journal*, 4(3), 75-90. <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v4/n3/330>

¹ Autor Correspondencia

 <https://doi.org/10.63618/omd/isj/v4/n3/330>

Recibido: 29/12/2025

Aceptado: 18/05/2026

Publicado: 31/07/2026



Copyright: © 2026 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. (CC BY-NC)**.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: El estudio analiza una propuesta pedagógica que utiliza cáscara de banano como recurso didáctico en un bachillerato de Manabí, Ecuador, para promover conciencia ecológica-autoeficacia científica. Se aplicó un diseño mixto cuasi experimental pretest-posttest con grupo control, que combinó escalas de conciencia ecológica con la autoeficacia, rúbrica de proyectos, registro de residuos, observación de aula, entrevistas, grupos focales y portafolios. Los resultados muestran mayores incrementos en conciencia ecológica con la autoeficacia en el grupo de intervención, junto con altos niveles de desempeño en proyectos experimentales y altos porcentajes de aprovechamiento de cáscara, frente a mejoras más discretas en el grupo control. La evidencia cualitativa confirma cambios en la participación y el trabajo colaborativo, así como en los hábitos de gestión de residuos. Se concluye que la secuencia interdisciplinar STEAM constituye un modelo viable para integrar economía circular, currículo de Ciencias Naturales en el marco de la sostenibilidad escolar.

Palabras clave: conciencia ecológica; educación ambiental; STEAM; residuos orgánicos; bachillerato.

Abstract: This study analyzes an innovative pedagogical proposal that uses banana peel as a didactic resource in an upper secondary school in Manabí, Ecuador, to promote ecological awareness and scientific self-efficacy. A mixed-methods quasi-experimental pretest-posttest design with a non-equivalent control group was applied, combining ecological awareness and self-efficacy scales, a project rubric, residue records, classroom observation, teacher interviews, focus groups with students and families, and student portfolios. Results show larger gains in ecological awareness and self-efficacy in the intervention group, together with higher levels of performance in experimental projects and higher percentages of banana peel utilization, compared with more modest improvements in the control group. Qualitative evidence confirms changes in participation, collaborative work, and waste-management habits. The study concludes that the interdisciplinary STEAM sequence is a viable model for integrating circular economy, science curriculum, and school sustainability.

Keywords: Ecological awareness; environmental education; STEAM; organic waste; upper secondary education.

1. Introducción

El banano como protagonista de esta investigación se describe como un producto de exportación en el Ecuador; es concebido como parte del eje central de la economía manabita; siendo valorado por su peso comercial. Este producto genera altos volúmenes de biomasa residual, sus desechos, como lo es su cáscara, representa una fracción significativa a miras del alto potencial de aprovechamiento. Quevedo et al. (2024) comenta que en el Ecuador se producen decenas de millones de toneladas de residuos orgánicos de banano cada nueve meses, abriendo la oportunidad de transformarse en una amplia gama de productos biodegradables como se sustenta en los esquemas de la economía circular. Este precepto abre un campo emergente de investigación; orientado a la valorización responsable de residuos agrícolas como materia prima en los diferentes procesos sostenibles, con implicaciones directas para la gestión ambiental al promover la reducción de desechos sólidos en zonas rurales productoras.

El trabajo investigativo de Vargas et al. (2025), muestra que la cáscara de banano, comúnmente es considerada como un desecho que no tiene mayor valor, sin embargo, aunque suele considerarse un desecho, posee un notable potencial como insumo para la elaboración de biomateriales, bioplásticos y biofertilizantes, siendo un aporte en la transformación hacia nuevos modelos de producción que tienden a un consumo responsable. Estos datos sostienen que un residuo agrícola se puede convertir en un recurso meramente estratégico cuando se articula con prácticas de innovación y desarrollo sostenible. En el contexto de la provincia de Manabí, al ser una de las principales zonas productoras de musáceas en el Ecuador, se sostiene que esta reúne condiciones óptimas para experimentar con alternativas que den valor a su cáscara, es crucial que con la integración del conocimiento científico y el aprovechamiento de recursos locales; se fortalezcan vínculos entre las diferentes comunidades y sus entornos (Lara-García et al., 2021).

Si se habla desde un enfoque ambiental, el ciclo de vida del banano presenta importantes retos en términos de sostenibilidad, la investigación de Arana (2025) identifica ciertos puntos críticos de impacto en la cadena de producción, mismos que están asociados directamente al uso de agroquímicos, el consumo energético y generación de residuos, evidenciando la urgencia de diseñar estrategias que mitiguen la contaminación abriendo las posibilidades valorizar sus desechos como un subproducto. Frente a esta realidad, Henao y Galeano (2024) destacan que la educación tiene un papel protagónico en estos procesos; ya que este actor fomenta la incorporación de prácticas pedagógicas consideradas como innovadoras. En este sentido el uso de la cáscara de banano representa un recurso didáctico potenciador de la conciencia ecológica de los estudiantes, contribuyendo a la construcción de una cultura de sostenibilidad que se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al fortalecer los vínculos entre la economía circular, la innovación educativa y la responsabilidad ambiental (Álvarez-Vizcarra, 2023; Moran, 2023).

En coherencia con lo expuesto la normativa ecuatoriana establece lineamientos claros para la integración de proyectos interdisciplinarios en el Bachillerato General Unificado, mismos que se orientan al fortalecimiento del aprendizaje significativo haciendo uso de las metodologías activas. Según el Acuerdo MINEDUC-2024-00031-A y el instructivo para la elaboración de proyectos interdisciplinarios, se establece que las asignaturas

como Física, Química y Biología deben articular sus contenidos en torno a un eje común, con el fin de contextualizar los contenidos vinculándolos con los entornos (Ministerio de Educación del Ecuador, 2024). Estos lineamientos se describen en la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) junto a su Reglamento (RLOEI), estos instrumentos normativos garantizan impulsar el desarrollo de las propuestas innovadoras de manera tal que repercutan en la pertinencia social y ambiental. Por otra parte, es importante mencionar a la metodología STEAM, siendo promovida por el Ministerio de Educación del Ecuador se consolida como una estrategia fundamental en la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas, esta metodología es caracterizada por situar al estudiante como un protagonista dentro del proceso investigativo para la resolución de problemas reales (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021).

Desde esta metodología, resulta pertinente analizar sobre la interrelación de las ciencias desde un enfoque interdisciplinario, es trascendente que la transmisión de contenidos estimula la experimentación, el trabajo colaborativo más la aplicación práctica de saberes de contextos concretos. Este modelo pedagógico se alinea con los ODS de manera particular con el ODS 4 enfocado en la educación de calidad promoviendo los aprendizajes inclusivos como equitativos; con el ODS 12 al representar la producción y el consumo responsables incentivando la reutilización de residuos en el marco del diseño de soluciones sostenibles; con el ODS 13 apuntala la acción por el clima sensibilizando la mitigación de impactos ambientales; y por último y no menos importante el ODS 15 que habla sobre la vida de los ecosistemas terrestres contribuyendo a la conservación de la biodiversidad (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021; www.cepal.org, 2022). Con lo señalado un proyecto interdisciplinario tiende a un mandato normativo, que se presenta como una oportunidad de vincular la educación en un contexto científico con la transformación social acompañada de lo ambiental en el entorno de los territorios rurales en los que se insertan las instituciones educativas.

La Unidad Educativa del Milenio “Juan Antonio Vergara Alcívar”, situada en un entorno rural de la provincia de Manabí, revela una problemática particular centrada en la ausencia de experiencias previas en el aprovechamiento de residuos orgánicos, de manera puntual con la cáscara de banano, la problemática es acompañada de forma irónica con una posición geográfica que se liga estrechamente a la producción de este producto. Familias y estudiantes conviven diariamente con esta materia prima, lo que refleja una notable carencia o poco fomento en la cultura de reutilización junto a la valorización de los desechos, situación que consolida de forma firme la brecha significativa entre el entorno productivo local, mismo que infiere en las prácticas educativas. Esta situación se ve agravada por la limitada articulación entre teoría-práctica de asignaturas como Física, Química y Biología dificultando que los aprendizajes científicos trasciendan las aulas de clases conectándose con los desafíos ambientales de la comunidad educativa.

Frente a esta situación, la literatura actual refuerza la importancia de superar estas limitaciones, los estudios indican que la educación ambiental con una mirada objetiva en el contexto escolar otorga mejoras para los modelos educativos interdisciplinarios, mismos que agrupan metodologías activas como lo son el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje ecológico y el enfoque ecosistémico para la resolución

problemas reales que fomenten la participación estudiantil (Masache-Cueva et al., 2025). Esto conlleva a mirar desde una óptica global, donde la estrategia ESD for 2030 impulsa la transformación curricular en favor de la sostenibilidad (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2021). Fernández y Redondo (2024) indican que en América Latina se evidencian avances en experiencias STEAM vinculadas con sostenibilidad, mientras que Silva y Alsina (2023) explica que la interdisciplinariedad puede favorecer la construcción de competencias socioambientales. En el Ecuador, el Ministerio de Educación (2021) emite permanentemente guías para la elaboración y ejecución de proyectos interdisciplinarios, sirviendo de soporte para las diferentes comunidades educativas; permitiendo llevar estas propuestas a la práctica en el nivel de Bachillerato.

En paralelo con lo expuesto, los trabajos investigativos recientes exaltan en gran medida el potencial de los residuos orgánicos como un recurso pedagógico; donde la materia prima para biomateriales en el ámbito escolar es el tópico central (Pazmiño-Núñez et al., 2025). Dicho esto, autores como Córdova (2025) y Cisneros et al. (2024) exponen afirmativamente sobre viabilidad de transformar la cáscara de banano en productos como bioplásticos o biofertilizantes, con efectos positivos en la formación ambiental. Mesías (2023) y Gonzáles (2025) evidencian que dichos materiales pueden elaborarse en laboratorios básicos, lo que facilita su integración en proyectos educativos. Rodríguez et al. (2022) por otro lado confirman que la valorización de estos residuos fomenta aprendizajes significativos, mientras que Meza et al. (2023) destaca potencialmente la importancia de generar estos proyectos de ciencia ciudadana, mismo que nutren las competencias ambientales en los jóvenes. Estas contribuciones científicas proponen un marco lleno de pertinencia; dicho esto se puede sintetizar que al implementar secuencias didácticas en las que los estudiantes se desarrollan competencias de investigación, experimentación que servirán para el diseño prototipos a partir de residuos locales (Riera, 2021).

De forma específica, en el plano de la bioeconomía circular del banano, en el Ecuador, las investigaciones sobre bioeconomía circular y el aprovechamiento de los subproductos del banano, tienen pertinencia contextual, es así que Arana y Medina (2024) identifican algunos puntos críticos de impacto ambiental en la cadena de exportación, mientras que Macay et al. (2023) especifica que existen oportunidades agroclimáticas para diversificar la producción en la provincia de Manabí. De igual manera en el ámbito educativo autores como Torres (2024) explora la producción de biopapel en escuelas rurales; donde se evidencia que los proyectos en comunidades escolares mejoran la conciencia ecológica. A pesar de estos aportes, aún persisten brechas notables en el marco de la investigación, factores como la escasez de investigaciones publicadas en contextos rurales de Bachillerato General Unificado o la débil integración sistemática de Física, Química y Biología en proyectos interdisciplinarios, denotan carencias de instrumentos validados para medir esta conciencia ecológica. Las limitaciones expuestas refuerzan una necesidad urgente de propuestas innovadoras que, desde las comunidades educativas rurales, sepan integrar la didáctica de las ciencias de la mano con la economía circular a través del uso pedagógico de la cáscara de banano.

Atendiendo a estas brechas y limitaciones, el objeto de estudio de la investigación se sustenta en el uso pedagógico de la cáscara de banano como un recurso educativo en

los estudiantes de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa del Milenio “Juan Antonio Vergara Alcívar”. Partiendo de esta problemática, el artículo se orienta a presentar una propuesta pedagógica innovadora que articule las asignaturas de Física, Química y Biología mediante prácticas experimentales con cáscara de banano, con el propósito de contribuir al desarrollo de la conciencia ecológica promoviendo la reutilización de residuos orgánicos en un contexto de comunidad educativa rural centrado en diseñar una secuencia interdisciplinar STEAM con cáscara de banano que promueva conciencia ecológica y valoración de residuos orgánicos.

A partir de esta propuesta, el estudio aporta dos niveles complementarios, en el ámbito académico la investigación ofrece un diseño de propuesta didáctica novedosa sustentada en la interdisciplinariedad, acompañada de instrumentos de evaluación adaptados al contexto local (conciencia ecológica y autoeficacia ambiental) evidenciando su viabilidad práctica los laboratorios escolares. En el ámbito social-institucional esta propuesta promueve una cultura de valorización de residuos entre estudiantes, docentes y familias, consolidando como idea central la relación entre la producción bananera local, la ciencia escolar y la sostenibilidad comunitaria, es así que este proyecto busca convertirse en un modelo replicable para otras instituciones rurales del país, aportando insumos concretos para políticas educativas como ambientales orientadas a la transición hacia una economía circular en la agroindustria bananera.

2. Materiales y Métodos

Para la realización de esta investigación se utilizó el enfoque mixto con diseño cuasiexperimental de tipo pretest–postest con un grupo control no equivalente, complementado con un componente cualitativo de estudio de caso (Hernández-Sampieri et al., 2014). La selección del diseño resultó ser adecuado para la valoración de la propuesta en el marco de las prácticas pedagógicas usando la cáscara de banano; en la conciencia ecológica y la autoeficacia científica del grupo estudiantil de la Unidad Educativa Juan Antonio Vergara Alcívar, permitiendo observar la profundidad de los procesos de cambio vistos en el aula de clases.

Contextualmente la Unidad Educativa del Milenio “Juan Antonio Vergara Alcívar”, está ubicada en la zona rural del cantón Junín, en la provincia de Manabí, Ecuador, en esta institución se atiende a las comunidades rurales de la zona; disponiendo de varios servicios educativos, entre ellos los laboratorios de Física y de Química, espacios que facilitan el desarrollo de experiencias experimentales e interdisciplinarias en el campo de las Ciencias Naturales. La población de estudio en cuestión se conformó por la totalidad de los estudiantes del Bachillerato General Unificado (BGU) tanto de la jornada matutina y vespertina, distribuidos en ocho paralelos.

Con este entorno para el estudio se consideró que el número de individuos fue manejable, todo esto partiendo de un censo poblacional donde se incluyó a todos los estudiantes de BGU en los procesos de investigación. En cuanto a la distribución de los cursos, estos se organizaron en función de dos condiciones; la primera se concibe con tres paralelos conformaron el grupo de intervención (1.º BGU A, 2.º BGU B y 3.º BGU B), grupo que participó directamente en las prácticas pedagógicas con cáscara de banano; y cinco paralelos que formaron el grupo control (2.º BGU A y 3.º BGU A de jornada matutina, y 1.º, 2.º y 3.º BGU A de jornada vespertina), grupo donde se dio continuidad a la enseñanza habitual de las asignaturas del área de Ciencias Naturales,

esta asignación por conglomerados logró prevenir la contaminación entre grupos; demostrando una coherencia organizativa notable por parte de la institución.

Adjunto a este planteamiento la intervención pedagógica se estructuró en forma de secuencia interdisciplinar bajo el STEAM, enfoque que se desarrolló durante varias semanas, lo cual incluyó en las fases de sensibilización en el marco de las problemáticas ambientales locales, exploración experimental de la cáscara de banano como residuo aprovechable, diseño y la elaboración de bioproductos, de manera consecuente se promovió la socialización de resultados mediante una feria eco-científica escolar. En efecto para el grupo de intervención, las actividades se integraron al currículo del área de Ciencias Naturales con lo cual emergen los proyectos colaborativos mientras que el grupo de control se encargó de abordar los mismos contenidos, pero haciendo uso de estrategias convencionales para la enseñanza.

En cuanto a medición cuantitativa, los ocho paralelos participaron en la aplicación de dos escalas tipo Likert en modalidad pretest–posttest. El Instrumento 1, Escala de Conciencia Ecológica, está compuesto por 10 ítems con cinco opciones de respuesta (1 = totalmente en desacuerdo a 5 = totalmente de acuerdo) y permite obtener un puntaje global entre 10 y 50 puntos, categorizado en niveles de conciencia ecológica baja, moderada o alta según rangos establecidos. El Instrumento 2, Escala de Autoeficacia y Motivación Científica, también incluye 10 ítems con cinco opciones de frecuencia (1 = nunca a 5 = siempre), generando un puntaje total entre 10 y 50 puntos, interpretado en niveles bajo, medio y alto de autoeficacia y motivación frente a la experimentación científica. Ambos instrumentos se aplicaron a la totalidad de la población antes del inicio del proyecto y al finalizar la intervención, tanto en el grupo de intervención como en el grupo control.

Por otra parte, como complemento, en el grupo de intervención se utilizaron los instrumentos cuantitativos específicos con el fin de valorar el desempeño de las prácticas ecológicas; es así que con el Instrumento 3 correspondiente a la Rúbrica de Evaluación del Desempeño en Proyectos se valoraron criterios como la creatividad, la fundamentación científica, la calidad técnica del producto, el impacto ambiental y el trabajo colaborativo; todo esto mediante una escala de 1 a 5 puntos por criterio, considerando un puntaje máximo de 25 puntos con la interpretación aplicada en niveles de desempeño que se categorizan como insuficiente, básico, satisfactorio y excelente. De igual manera el Instrumento 4, correspondiente a la Ficha de Registro de Residuos Procesados, cumplió la función de recopilar los datos sobre la cantidad de cáscara de banano recolectada, procesada y transformada en cada sesión, es así como se constató el porcentaje de aprovechamiento logrado permitiendo cuantificar el impacto ambiental potencial en este contexto investigativo.

En el plano cualitativo, se empleó una guía de observación de aula; donde se registró sistemáticamente aspectos como las actitudes, la participación, la colaboración, el uso responsable de materiales y la aplicación del pensamiento científico vistos durante las sesiones de intervención. De igual manera, se utilizó una guía de entrevista semiestructurada aplicada al grupo docente más una guía de grupo focal con estudiantes y familias acompañada de un portafolio estudiantil de evidencias como complemento académico. Sin duda alguna estos instrumentos se consolidaron empleando una submuestra intencional de docentes, estudiantes y familias; mismos que fueron elegidos por su participación proactiva en la institución educativa sirviendo de

referentes para profundizar en las percepciones, cambios en los hábitos de cuidado ambiental y las oportunidades de mejora de la propuesta.

Se consideraron tres momentos para el flujo del procedimiento en general, se contó con un diagnóstico inicial, posterior a la implementación de la intervención y un último momento que contempla a la evaluación final. De manera más específica el diagnóstico aplicó los instrumentos cuantitativos empleando el pretest a todos los paralelos, en la implementación, se promovieron las actividades experimentales con el grupo de intervención, mientras se llevaba un registro sistemático de los residuos procesados recopilando las evidencias cualitativas haciendo uso de la observación, entrevistas, grupos focales y portafolios. Para el último momento se aplicaron nuevamente las escalas cuantitativas bajo un postest a la población completa registrando las últimas observaciones para completar la triangulación en el análisis de la información.

Para el efecto del análisis de los datos cuantitativos, se efectuaron cálculos estadísticos descriptivos realizando comparaciones pretest–postest entre grupos de intervención y control, se valoraron los cambios en materia de conciencia ecológica y autoeficacia científica. Para los datos cualitativos se empleó un análisis basado en codificación temática y categorización; donde se identificaron patrones de sentido relacionados con actitudes ecológicas, participación estudiantil, trabajo colaborativo y apropiación de los contenidos científicos, procediendo a triangular esta información entre resultados cuantitativos y cualitativos dando validez de las conclusiones del estudio.

Como punto final a este epígrafe es necesario indicar que la investigación se realizó en el marco de la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) en conjunto con los lineamientos éticos para la investigación educativa con menores de edad. Se contó con la autorización de la autoridad institucional y del distrito educativo, así como con el consentimiento informado de padres, madres o representantes legales con el asentimiento de los estudiantes, garantizando la confidencialidad de la información mediante la codificación de los participantes, el uso exclusivo de los datos con fines académicos obteniendo el visto bueno de la institución y su comunidad educativa.

3. Resultados

3.1. Caracterización de la muestra y equivalencia inicial de los grupos

La muestra estuvo integrada por 215 estudiantes de Bachillerato General Unificado, distribuidos en ocho paralelos correspondientes a jornadas matutina y vespertina; para efectos analíticos, la cohorte fue organizada en dos condiciones un grupo de intervención conformado por tres cursos ($n \approx 91$) y un grupo control compuesto por cinco cursos ($n \approx 124$), es importante indicar que la mayoría de los participantes se ubicó en el rango etario de 15 a 17 años, con el fin de disponer de homogeneidad generacional al conjunto reduciendo posibles sesgos asociados a diferencias evolutivas significativas.

En la fase diagnóstica, aplicada mediante el pretest de conciencia ecológica (Instrumento 1) y el pretest de autoeficacia con la motivación científica (Instrumento 2), ambos grupos exhibieron patrones de distribución comparables; donde predominaron niveles moderados en las escalas evaluadas, mientras que las categorías extremas tanto de baja como de alta puntuación concentraron una proporción sensiblemente menor de estudiantes, Dado este comportamiento estadístico es necesario reconocer que existe una base actitudinal-motivacional relativamente equilibrada desde el inicio

del estudio, al no polarizarse estas marcas distorsionarían la interpretación futura de los resultados.

En cuanto al análisis comparativo de las medias en la medición inicial no se revelaron diferencias estadísticamente relevantes entre el grupo de intervención y el grupo control, esta constatación como tal permite inferir condiciones de partida equivalentes respecto de las variables centrales examinadas, lo cual fortalece la validez interna del diseño cuasi-experimental adoptada, metodológicamente hablando esta equivalencia inicial resulta crucial, pues respalda la atribución de los cambios observados en la fase posttest a la implementación de la propuesta pedagógica basada en la utilización de cáscara de banano, y no a disparidades preexistentes entre los grupos.

3.2. Cambios en la conciencia ecológica

En la escala de conciencia ecológica se evidenció un incremento considerable en el grupo de intervención al comparar pretest y posttest, con una media que ascendió de 30,52 puntos (DE = 3,59) a 35,11 puntos (DE = 3,94), mientras que en el grupo control el avance fue más moderado, pasando de 30,17 (DE = 3,40) a 31,76 (DE = 3,52), ambos grupos mostraron una evolución positiva durante el periodo de estudio, la magnitud del cambio fue claramente más intensa en quienes participaron en las prácticas pedagógicas con cáscara de banano, denotando un efecto específico de la intervención.

El hallazgo muestra que inicialmente predominaban categorías bajas y moderadas en ambos grupos; sin embargo, tras la intervención, el grupo experimental incrementó de forma sustantiva la proporción de estudiantes en niveles moderados y altos, reduciendo significativamente el nivel bajo, para el grupo control el desplazamiento se limitó principalmente del nivel bajo al moderado, sin crecimiento en el nivel alto. Esta tendencia descrita puede verse sintetizada en la Tabla 1 apreciándose una mejora cuantitativa en los puntajes más una transformación cualitativa en la conciencia ecológica del estudiantado, atribuible con razonable fundamento a la propuesta didáctica implementada.

Tabla 1.

Resultados descriptivos de la escala de conciencia ecológica

Momento	Grupo	N	Media	DE	% Alta	% Moderada	% Baja
Pretest	Intervención	91	30,52	3,59	1,1	49,5	49,5
Pretest	Control	124	30,17	3,40	0,0	44,4	55,6
Posttest	Intervención	91	35,11	3,94	8,8	79,1	12,1
Posttest	Control	124	31,76	3,52	0,0	64,5	35,5

Nota: Elaborado por los autores

3.3. Cambios en la autoeficacia y motivación científica, desempeño en proyectos y aprovechamiento de residuos (Instrumentos 2, 3 y 4)

La escala de autoeficacia y motivación científica perteneciente al instrumento 2, arroja que ambos grupos iniciaron el estudio en condiciones prácticamente equivalentes, con medias muy próximas en el pretest (intervención: M = 29,82; DE = 3,60; control: M = 29,69; DE = 3,56), con el predominio de niveles bajos-moderados y la ausencia de

puntuaciones altas. Con estas consideraciones tras la implementación de la propuesta, la trayectoria de ambos grupos se bifurcó con claridad dando como resultado que el grupo de intervención alcanzara una media de 34,93 puntos (DE = 3,91), mientras que el grupo control se situó en 31,77 puntos (DE = 3,64). En el plano de la transformación categórica resulta aún más elocuente. En el grupo experimental, solo el 56,0 % de estudiantes ubicados inicialmente en nivel bajo y el 44,0 % en nivel moderado se redistribuyeron en el posttest hacia un 15,4 % en nivel bajo, 75,8 % en nivel moderado y un emergente 8,8 % en nivel alto; en contraste, el grupo control mostró un desplazamiento más contenido (baja: 62,1 % a 37,9 %; moderada: 37,9 % a 61,3 %; alta: 0,8 %), en la Tabla 2 se observa esta evolución descriptiva que se ve acompañada de la Figura 1 ilustrando gráficamente la diferencia en la pendiente de mejora entre ambos grupos con un observable progreso pronunciado en quienes participaron en la intervención pedagógica.

Tabla 2.

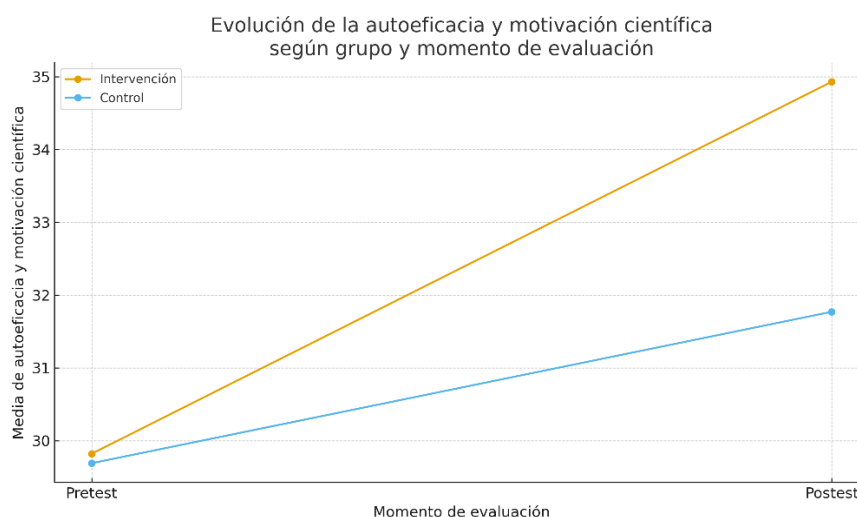
Resultados descriptivos de la escala de autoeficacia y motivación científica

Momento	Grupo	N	Media	DE	% Alta	% Moderada	% Baja
Pretest	Intervención	91	29,82	3,60	0,0	44,0	56,0
Pretest	Control	124	29,69	3,56	0,0	37,9	62,1
Posttest	Intervención	91	34,93	3,91	8,8	75,8	15,4
Posttest	Control	124	31,77	3,64	0,8	61,3	37,9

Nota: Elaborado por los autores

Figura 1.

Evolución de la autoeficacia y motivación científica entre el pretest y el posttest en los grupos de intervención y control.



Nota: Elaborado por los autores

Los resultados de la rúbrica de desempeño en proyectos obtenidos del Instrumento 3 refuerzan la tendencia observada en las mediciones previas, dicho esto en el grupo de

intervención se alcanzó un puntaje medio de 17,12 sobre 25 ($DE = 2,61$), con predominio de niveles satisfactorio (63,7 %) y excelente (18,7 %); el 17,6 % restante se situó en desempeño básico, sin registros de nivel insuficiente. Con este patrón se da evidencia a un logro técnico aceptable, consolidando las competencias integradas como lo son la creatividad aplicada, el sustento científico consistente, la calidad en la ejecución, conciencia ambiental y el trabajo colaborativo articulado; siendo concordante entre estos resultados, la motivación científica sugiere que el fortalecimiento perceptivo encontró correlato con el desempeño observable.

Por otra parte, en cuanto al aprovechamiento de residuos, los datos de la ficha de cáscara de banano mostraron porcentajes elevados, relativamente estables a lo largo de las sesiones en los tres cursos intervenidos. El promedio de aprovechamiento alcanzó 78,81 % ($DE = 6,04$) en 1.º BGU A, 83,76 % ($DE = 5,70$) en 2.º BGU B y 84,77 % ($DE = 7,21$) en 3.º BGU B, lo que representa una progresiva optimización del procesamiento del residuo, con reducción de pérdidas en el circuito experimental. Considerados en conjunto, estos hallazgos en autoeficacia, desempeño proyectual y eficiencia en el uso del recurso orgánico permiten sostener que la intervención trascendió el plano actitudinal; donde se materializó en prácticas científicas más rigurosas, técnicamente afinadas y ambientalmente pertinentes.

3.4. Resultados cualitativos: dinámicas de aula, percepciones de los actores y evidencias de aprendizaje

En el contexto cualitativo, las observaciones de aula documentadas empleando el Instrumento 5, muestran una evolución progresiva en la forma en que el estudiantado participó en las actividades, trabajó colaborativamente manifestando actitudes ecológicas, en este sentido las primeras sesiones, los indicadores de participación estudiantil y trabajo colaborativo se situaron entre los niveles bajo-medio, mientras que las actitudes ecológicas alcanzaron valores moderados. Hacia las últimas sesiones, los promedios de los tres indicadores se aproximaron al nivel alto, evidenciando una apropiación gradual de las normas de trabajo, con una mayor implicación en las tareas experimentales apuntalando a una interiorización más clara de los mensajes de cuidado ambiental, en la Tabla 3 a modo de resumen se muestra esta evolución; donde se destaca la mejora en participación con la colaboración entre pares.

Tabla 3.

Evolución de indicadores observados en aula (escala 1–3)

Indicador	Sesiones 1–2 (Media)	Sesiones 7–8 (Media)
Participación estudiantil	1,3	2,7
Trabajo colaborativo	1,5	2,7
Actitudes ecológicas	2,0	2,7

Nota: Elaborado por los autores

Con las entrevistas a docentes y los grupos focales se delimitaron tres núcleos interpretativos: a) resignificación de las Ciencias Naturales acompañada de un incremento sostenido de la motivación; b) fortalecimiento de la conciencia ecológica con traducción en prácticas cotidianas; c) condiciones institucionales que operaron como

facilitadores o restricciones del proceso. En este contexto el profesorado se caracterizó en el marco de la experiencia como una posibilidad concreta de anclar los contenidos en las asignaturas de química y biología en la matriz agrícola del entorno, para lo cual se destaca un cambio visible en la participación de estudiantes que, en escenarios tradicionales, donde se solían mantener un rol pasivo. Por su parte, estudiantes y familias señalaron que el proyecto propició una reflexión situada sobre la generación de residuos, activando acciones domésticas como la separación de desechos y el aprovechamiento de la cáscara de banano; consolidando la percepción de la escuela como agente con capacidad real de incidir en prácticas ambientales.

Adjunto a lo anterior, el análisis del portafolio estudiantil reafirma que esta evolución cualitativa provee de evidencias diagnósticas, que en las primeras actividades experimentales predominó el nivel medio, dando presencia de desempeños bajos y una proporción aún limitada en nivel alto. Sin embargo, en los productos finales de las reflexiones escritas se produjo un desplazamiento nítido hacia niveles superiores, con 53,3 % y 46,7 % respectivamente en nivel alto, acompañado de una reducción significativa de los niveles bajos. Como se muestra la tabla 4, se sintetiza esta redistribución progresiva, mostrando que el avance no se restringió a la mejora técnica de los bioproductos elaborados, implicando una profundización reflexiva sobre los vínculos entre ciencia, gestión de residuos y responsabilidad ambiental.

Tabla 4.

Nivel global del portafolio por tipo de evidencia (porcentaje de estudiantes)

Tipo de evidencia	% Alto	% Medio	% Bajo
Diagnóstico inicial	13,3	53,3	33,3
Actividad experimental	13,3	60,0	26,7
Producto final	53,3	40,0	6,7
Reflexión escrita	46,7	46,7	6,7

Nota: Elaborado por los autores

3.5. Síntesis integradora de los hallazgos

De forma integradora la triangulación de los resultados cuantitativos y cualitativos se compone en base a la intervención de las prácticas pedagógicas con cáscara de banano en la tarea de fortalecer consistentemente la conciencia ecológica junto a la autoeficacia científica del estudiantado, a la vez que promovió varios cambios observables en las dinámicas de aula añadiendo hábitos ambientales tanto dentro como fuera de la institución. En cuanto a los incrementos más pronunciados en las medias y niveles de conciencia ecológica con autoeficacia en el grupo de intervención, se añadieron altos niveles de desempeño en los proyectos con los elevados porcentajes de aprovechamiento de la cáscara, compuestos con los testimonios de docentes, estudiantes y familias, que describieron una mayor motivación, participación y compromiso con el cuidado del ambiente, ya que los distintos instrumentos convergieron en mostrar que la propuesta a más de generar mejoras en indicadores de aprendizaje en el marco de la actitud configurando un entorno pedagógico más participativo, contextualizado que se orienta a la sostenibilidad.

4. Discusión

Los resultados obtenidos no solo coinciden con la literatura previa, sino que también permiten establecer diferencias y aportes relevantes. En primer lugar, los hallazgos son consistentes con estudios como los de Ayerbe-López y Perales-Palacios (2024) y Çebi y Arslan (2025), quienes evidencian que el aprendizaje basado en proyectos y las estrategias de reciclaje incrementan significativamente la conciencia ambiental; no obstante, a diferencia de dichas investigaciones, el presente estudio incorpora un recurso contextual específico —la cáscara de banano— que fortalece la pertinencia territorial del aprendizaje. Asimismo, en relación con los aportes de Aribowo et al. (2025) y Djam'an (2025), que destacan el valor del aprendizaje experiencial y el enfoque STEAM en la educación ambiental, esta investigación aporta evidencia empírica desde un contexto rural latinoamericano, donde las condiciones educativas y socioculturales difieren de los entornos mayoritariamente urbanos analizados en dichos trabajos. Por otra parte, mientras estudios como el de Ambusaidi y Fulaiti (2022) reportan mejoras en conocimientos, actitudes y comportamientos ambientales, los resultados aquí obtenidos sugieren un avance adicional al evidenciar cambios no solo actitudinales, sino también en el desempeño práctico y en la gestión efectiva de residuos. En este sentido, el principal aporte de esta investigación radica en demostrar que la integración de la metodología STEAM con recursos locales no solo reproduce efectos previamente documentados, sino que amplía su alcance hacia la construcción de aprendizajes contextualizados, transferibles y con impacto directo en la comunidad educativa.

En esta misma línea son observables las mejoras en la participación que con antecedentes en el trabajo colaborativo suma a las actitudes ecológicas viéndose alineadas con investigaciones que destacan el potencial de enfoques STEM/STEAM y del aprendizaje experiencial en la tarea de fortalecer la alfabetización ambiental, el interés por las ciencias y la percepción de relevancia social del conocimiento científico cuando se trabaja con residuos en contextos locales (Aribowo et al., 2025; Djam'an, 2025; Gavari-Starkie et al., 2022). De igual modo considerar el desplazamiento de estas conductas iniciales hacia prácticas de aprovechamiento de residuos con la participación en proyectos coincide con programas de educación ambiental que reportan efectivamente en cambios positivos de conocimientos, actitudes y comportamientos de gestión de residuos tras intervenciones estructuradas en centros escolares (Ambusaidi et al., 2022; Eneji et al., 2019).

Los hallazgos corroboran los juicios de esta investigación al mostrar que el uso pedagógico de un residuo abundante además de culturalmente cercano, como la cáscara de banano, tiene un enfoque mediador entre el currículo formal y las prácticas cotidianas de estudiantes, esto favorece en que los aprendizajes trasciendan del aula y se proyecten hacia las comunidades. No obstante, este alcance presenta sus limitaciones, mismas que requieren una lectura crítica; en donde el diseño cuasi-experimental con grupos no equivalentes, la aplicación en una única institución rural y la ausencia de mediciones de seguimiento restringen la generalización de los hallazgos con la valoración de la estabilidad temporal de los cambios observados, en línea con advertencias de la literatura sobre la dificultad de consolidar comportamientos sostenibles más allá de la duración de los proyectos escolares (Ambusaidi y Fulaiti, 2022).

A medida que factores institucionales y contextuales como el liderazgo escolar, la disponibilidad de recursos o las normas sociales se reconocen como determinantes clave para la implementación efectiva de iniciativas de economía circular como el reciclaje en centros educativos sugiere que estas experiencias como la aquí descrita deben analizarse en relación con esos condicionantes estructurales (Michalik-Śnieżek et al., 2025; Mónus, 2022). Los límites descritos abren líneas de investigación futuras orientadas a ampliar la muestra a contextos urbanos como rurales llenos de diversidad, incorporando diseños longitudinales que evalúen la permanencia de los cambios en conciencia ecológica comparando distintas propuestas de proyectos de reciclaje y en el marco de la economía circular de las instituciones educativas, tal como se recomienda en los estudios que engloban a la educación para el desarrollo sostenible con prácticas de vida sostenible en sus distintos niveles.

5. Conclusiones

La investigación demuestra que el uso pedagógico de la cáscara de banano constituye una estrategia didáctica pertinente para la integración de la educación ambiental con la enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel de Bachillerato General Unificado. La articulación de la metodología STEAM con recursos locales permitió contextualizar el aprendizaje, favoreciendo la conexión entre los contenidos científicos y la realidad productiva del entorno rural.

En términos formativos, la propuesta contribuyó al fortalecimiento de la conciencia ecológica y la autoeficacia científica, promoviendo además dinámicas de aula más participativas, colaborativas y orientadas a la resolución de problemas reales. Asimismo, se evidenció que la incorporación de prácticas experimentales vinculadas al aprovechamiento de residuos orgánicos facilita la construcción de aprendizajes significativos y fomenta una mayor implicación del estudiantado en procesos de sostenibilidad.

Finalmente, el estudio aporta un modelo de intervención educativa replicable en contextos similares, al integrar currículo, metodologías activas y enfoque de economía circular. No obstante, se recomienda ampliar futuras investigaciones hacia otros contextos educativos e incorporar diseños longitudinales que permitan evaluar la permanencia de los cambios observados, así como profundizar en la medición de competencias socioambientales a mediano y largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez-Vizcarra, G. (2023). Economía circular en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible, una oportunidad para la sinergia social. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 25(3), 868–889. <https://doi.org/10.36390/telos253.19>
- Ambusaidi, A. K., & Fulaiti, M. R. A. (2022). The impact of the environmental excellence program on the knowledge, attitudes, and behaviors of 4th grade students towards waste management. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 18(4), e2302. <https://doi.org/10.21601/ijese/12416>
- Arana-Alvario, A. Y. (2025). *Impacto del cambio climático en la producción convencional y orgánica del banano (Musa x paradisiaca) en Ecuador* [Tesis de pregrado,

- Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18189>
- Arana-Luna, L. A., & Medina-Armas, A. T. (2024). La economía circular: Un camino hacia la sostenibilidad de la industria bananera. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(5), 245–255.
<https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i5.1217>
- Aribowo, S., Nadiroh, N., & Faesal, M. (2025). Implementation of experiential learning methods in environmental education. *International Journal of Business, Law, and Education*, 6(1), 468–476. <https://doi.org/10.56442/ijble.v6i1.1037>
- Ayerbe-López, J., & Perales-Palacios, F. J. (2024). Effects of a project-based learning methodology on environmental awareness of secondary school students. *International Journal of Instruction*, 17(1), 1–22.
- Çebi, H., & Arslan, M. (2025). The effect of project-based recycling education on students' recycling knowledge levels. *Science Insights Education Frontiers*, 31(1), 4959–4976. <https://doi.org/10.15354/sief.25.or840>
- Cisneros-Fariño, J. E., Cisneros-Fariño, R. P., Martillo-García, J. M., & Centanaro-Paredes, A. P. (2024). Estudio sobre la distribución del banano rojo (*Musa acuminata* 'Red Dacca') en la provincia de Manabí. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 8(51), 111–128.
<https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol8iss51.2024pp85-102>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
- Córdova-Garofalo, R. J. (2025). *Uso de residuos y subproductos de plantas agroindustriales para generar energía y fertilizantes en el Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/18200>
- Djam'an, N. (2025). Examining the implementation of environmental education in the STEAM approach for sustainability. *Discover Education*, 4(1), 410.
<https://doi.org/10.1007/s44217-025-00837-4>
- Fernández-Morilla, M., & Redondo-Lorente, N. (2024). Propuesta pedagógica para el desarrollo de competencias STEAM y de sostenibilidad en niños de educación infantil. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1–17.
<https://doi.org/10.31637/epsir-2024-1098>
- Gavari-Starkie, E., Espinosa-Gutiérrez, P.-T., & Lucini-Baquero, C. (2022). Sustainability through STEM and STEAM education creating links with the land for the improvement of the rural world. *Land*, 11(10), 1869.
<https://doi.org/10.3390/land11101869>
- González-Pérez, I. V. (2025). *Determinación de los principales subproductos agroindustriales del cantón Riobamba* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15536>
- Henao-Escobar, F. N., & Galeano-Pineda, V. P. (2024). *Fortalecimiento de competencias científicas en estudiantes de educación básica secundaria*

- mediante la producción de biofertilizantes* [Tesis de posgrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/11842>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill España.
- Lara-García, S., Vera-Aviles, D., Cabanilla-Lamulle, M., & González-Osorio, B. (2021). Desarrollo comunitario: Producción de musácea en dos zonas de la costa ecuatoriana. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(Esp. 3), 340–354.
- Macay-Anchundia, M. Á., Cedeño-Moreira, A. A., Zambrano-Mendoza, M. E., & Intriago-Vera, J. V. (2023). Uso de raquis de plátano (*Musa AAB*) para la producción de ensilaje como estrategia de economía circular. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 4848–4862. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8074
- Masache-Cueva, D. del C., Andi-Grefa, F. D., Oña-Ulquiango, G. C., Chiliquinga-Chicaiza, E. B., Masache-Solano, C. C., & Mena-Granja, A. G. (2025). Alfabetización científica ambiental: Metodologías innovadoras para la educación ecológica. *South Florida Journal of Development*, 6(2), e4962. <https://doi.org/10.46932/sfjdv6n2-003>
- Mesias-Quijije, J. A. (2023). *Biopolímero a base del pseudotallo del plátano usado en empaques biodegradables* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4651>
- Meza-Salcedo, G., Mesa, L. X., & Leal-Pérez, P. A. (2023). Educación ambiental y formación ciudadana en los proyectos ambientales escolares: Del discurso a la participación. *Educación y Humanismo*, 25(45), 36–57. <https://doi.org/10.17081/eduhum.25.45.6297>
- Michalik-Śnieżek, M., Trzaskowska, E., Nowak-Kępczyk, M., Kułak, A., Lipińska, H., & Wylupek, T. (2025). Experiential environmental education as a tool to enhance awareness of ecosystem services among adolescents: Evidence from outdoor workshops in Lublin, Poland. *Sustainability*, 17(23), 10439. <https://doi.org/10.3390/su172310439>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Guía de apoyo para los docentes en la implementación de metodología STEM-STEAM*. Recursos. <https://recursos.educacion.gob.ec/red/orientaciones-para-la-aplicacion-del-curriculo-priorizado-con-enfasis/>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2024). *Acuerdo Ministerial MINEDUC-MINEDUC-2024-00031-A: Normativa para regular los procesos de evaluación educativa y los procesos organizacionales de las instituciones educativas de todos los sostenimientos del Sistema Nacional de Educación* [Acuerdo ministerial]. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/05/MINEDUC-MINEDUC-2024-00031-A.pdf>
- Mónus, F. (2022). Environmental education policy of schools and socioeconomic background affect environmental attitudes and pro-environmental behavior of secondary school students. *Environmental Education Research*, 28(2), 169–196. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.2023106>
- Moran, M. (2023). *Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos*

- [Objetivos de Desarrollo Sostenible]. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2021). *Berlin declaration on education for sustainable development; Learn for our planet: Act for sustainability* (ED-2021/WS/17, p. 5) [Documento de programa o de reunión]. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381228>
- Pazmiño-Núñez, G. A., Morocho-Cabrera, L. N., Sauca-Banegas, M. A., Bayas-Chacha, L. M., Vasquez-Garcia, M. N., Santillán-Sevillano, N. D. C., & Ruano-Armijos, G. A. (2025). El impacto de las metodologías STEAM en el desarrollo de competencias digitales y creativas en estudiantes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 2690–2709. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16035
- Quevedo-Carranza, E. I., Prado-Carpio, E., Valarezo-Macías, C. A., & Rentería-Minuche, P. (2024). Análisis de los beneficios económicos y ambientales: Producción de banano orgánico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 6696–6709. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10031
- Riera, M. A. (2021). La bioeconomía como modelo de negocio en el Ecuador. *Compendium*, 24(46). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88067978005>
- Rodríguez-Grau, G., Valderrama-Ulloa, C., Sandoval, C., & Vidal, F. (2022). Metodología de aprendizaje colaborativo para la reutilización de residuos producidos durante de la formación académica universitaria. *Formación Universitaria*, 15(1), 209–218. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062022000100209>
- Silva-Hormazábal, M., & Alsina, Á. (2023). STEAM para la sostenibilidad: Integrando la educación estadística y científica en un contexto rural. *Revista Innovaciones Educativas*, 25(39), 188–204. <https://doi.org/10.22458/ie.v25i39.4728>
- Torres-Mite, I. I. (2024). *Aprovechamiento de pseudotallo de banano para la obtención de papel reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/28802/1/UPS-GT005619.pdf>
- Vargas, A., Zambrano, D., & Banchón, C. (2025). Bioplastics based on *Musa paradisiaca* peels for domestic wastewater treatment. *Research, Society and Development*, 14(3), e5114348434. <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i3.48434>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.