



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

SÍNTESIS DE BIOPLÁSTICOS A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS LOCALES: UNA PROPUESTA STEM PARA LA ENSEÑANZA DE POLÍMEROS Y QUÍMICA ORGÁNICA EN 3.º DE BACHILLERATO

**SYNTHESIS OF BIOPLASTICS FROM LOCAL ORGANIC
WASTE: A STEM PROPOSAL FOR TEACHING POLYMERS
AND ORGANIC CHEMISTRY IN 12TH GRADE**

David Antonio Peñafiel Ajila
Ministerio de Educación del Ecuador

Jessica Geovanna Rodríguez Flores
Ministerio de Educación del Ecuador

Lidia Beatriz López Sánchez
Ministerio de Educación del Ecuador

Diana Raquel Morales Landázuri
Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar

Lyly Jacqueline Pinta Auqui
Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar

Jessica Monserrath Pinta Auqui
Fundación Árbol de la Esperanza

Síntesis de bioplásticos a partir de residuos orgánicos locales: una propuesta STEM para la enseñanza de polímeros y química orgánica en 3.º de bachillerato

David Antonio Peñafiel Ajila¹

david.penafiel@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-0927-3924>

Ministerio de Educación del Ecuador

Quito, Ecuador

Jessica Geovanna Rodríguez Flores

jessica.rodriguezr@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-0917-8272>

Ministerio de Educación del Ecuador

Quito, Ecuador

Lidia Beatriz López Sánchez

lidia.lopez@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-0349-2677>

Ministerio de Educación del Ecuador

Quito, Ecuador

Diana Raquel Morales Landázuri

diana.moralesl@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-2949-4227>

Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del

Alcázar

Quito, Ecuador

Lyly Jacqueline Pinta Auqui

lyly.pinta@docentes.educacion.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-2554-2856>

Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del

Alcázar

Quito, Ecuador

Jessica Monserrath Pinta Auqui

jpintaauqui@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0008-3822-1091>

Fundación Árbol de la Esperanza

Ecuador

RESUMEN

El **problema** que aborda este artículo es la persistencia de una enseñanza descriptiva y memorística de los polímeros y la química orgánica en el nivel de Bachillerato General Unificado del Ecuador, la cual limita el desarrollo del pensamiento crítico y de las competencias científicas exigidas por el currículo nacional. El **objetivo** de este trabajo es diseñar y fundamentar teóricamente una propuesta didáctica de enfoque STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática), orientada a la síntesis experimental de bioplásticos a partir de residuos orgánicos locales (cáscaras de banano, papa y yuca, entre otros), como estrategia para la enseñanza de los polímeros y la química orgánica en 3.º de bachillerato, contextualizada en la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar, ubicada en la parroquia de Chillogallo, Quito, Ecuador. La **metodología** empleada corresponde a un enfoque cualitativo, de tipo documental y propositivo, sustentado en la técnica de análisis documental de literatura científica publicada entre 2022 y 2026 sobre bioplásticos, aprendizaje basado en proyectos y enseñanza STEM de la química. Como **resultados**, se propone una secuencia didáctica de cinco fases (problematización, indagación teórica, diseño experimental, síntesis y caracterización del bioplástico, y evaluación formativa) que articula el aprovechamiento de residuos orgánicos disponibles en el entorno escolar con los contenidos curriculares de polímeros de adición y de condensación. Se concluye que la síntesis de bioplásticos constituye un recurso didáctico viable, de bajo costo y pertinente para instituciones fiscales, que permite integrar la química orgánica con la educación ambiental y el pensamiento crítico.

Palabras clave: bioplásticos, enseñanza STEM, química orgánica, residuos orgánicos, educación media

¹ Autor principal

Correspondencia: david.penafiel@docentes.educacion.edu.ec

Synthesis of Bioplastics from Local Organic Waste: A STEM Proposal for Teaching Polymers and Organic Chemistry in 12th Grade

ABSTRACT

The **problem** addressed in this article is the persistence of descriptive and memory based teaching of polymers and organic chemistry in Ecuador's upper secondary education, which limits the development of critical thinking and the scientific competencies required by the national curriculum. The **objective** of this work is to design and theoretically substantiate a STEM based didactic proposal centered on the experimental synthesis of bioplastics from local organic waste (banana, potato, and cassava peels, among others) as a strategy for teaching polymers and organic chemistry in 12th grade, contextualized at the Luis Felipe Borja del Alcázar Public Educational Unit, located in the Chillogallo parish, Quito, Ecuador. The **methodology** follows a qualitative, documentary and proposal oriented approach, based on documentary analysis of scientific literature published between 2022 and 2026 on bioplastics, project based learning, and STEM chemistry education. As **results**, a five phase didactic sequence is proposed (problematization, theoretical inquiry, experimental design, bioplastic synthesis and characterization, and formative evaluation) that links the use of locally available organic waste with curricular content on addition and condensation polymers. It is concluded that bioplastic synthesis is a viable, low cost, and pedagogically relevant resource for public schools, integrating organic chemistry with environmental education and critical thinking.

Keywords: bioplastics, STEM education, organic chemistry, organic waste, secondary education

*Artículo recibido 14 julio 2026
Aceptado para publicación: 21 agosto 2026*



INTRODUCCIÓN

La contaminación derivada de los plásticos de un solo uso es uno de los problemas ambientales más visibles de las últimas décadas. A nivel nacional, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, a través del Proyecto de Gestión de Residuos Sólidos y Economía Circular Inclusiva, estima que la fracción orgánica representa cerca del 59,6 % de los residuos sólidos generados diariamente en el país, mientras que el subproducto plástico ocupa el tercer lugar en volumen de generación (MAATE, Proyecto GRECI, 2023). Esta realidad configura, al mismo tiempo, un problema ambiental y una oportunidad pedagógica. Los residuos orgánicos cotidianos, en particular las cáscaras de frutas y tubérculos, constituyen una fuente accesible de almidón, un biopolímero natural con el que es posible sintetizar bioplásticos biodegradables mediante procedimientos sencillos y de bajo costo (Zhang et al., 2023; Jiménez Villalta et al., 2024).

En el ámbito educativo, la enseñanza de los polímeros y la química orgánica en el tercer curso de Bachillerato General Unificado del Ecuador suele mantenerse en un plano expositivo y memorístico, centrado en la nomenclatura y en la clasificación de los compuestos orgánicos, con escasa experimentación de laboratorio (Chonillo Sislema et al., 2024; Ponce Intriago y Navarrete Pita, 2025). Diversas revisiones recientes coinciden en que la enseñanza de la química basada en la indagación mejora la comprensión conceptual y las habilidades de pensamiento científico cuando se articula con problemas auténticos del entorno del estudiante (Jegstad, 2024). En este mismo sentido, el enfoque STEM, que integra ciencia, tecnología, ingeniería y matemática en torno a un problema real, ha demostrado favorecer el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad en la enseñanza de la química de nivel preuniversitario (Ananda et al., 2023; Araújo y Morais, 2024).

El problema no radica en la falta de contenidos curriculares sobre polímeros, sino en la ausencia de experiencias prácticas que conecten dicho contenido con fenómenos cotidianos, tangibles y relevantes para el estudiante. Cuando la química orgánica se enseña de forma desconectada de la experimentación, el estudiante memoriza fórmulas y reacciones sin comprender su significado ni su aplicación, lo cual debilita el pensamiento crítico y la motivación hacia las ciencias (Chonillo Sislema et al., 2024).

"La enseñanza de la química orgánica en el bachillerato ecuatoriano puede fortalecerse significativamente cuando se articula con proyectos STEM de base experimental que emplean residuos



orgánicos del entorno inmediato del estudiante como materia prima para la síntesis de materiales biodegradables".

Esta tesis se sustenta en la evidencia recogida en trabajos previos. Cascarosa Salillas et al. (2022) desarrollaron con estudiantes de 1.º de bachillerato español una secuencia de enseñanza en torno a los plásticos, orientada a las prácticas científicas de indagación, argumentación y modelización; sus resultados evidenciaron un desempeño alto en las destrezas trabajadas, así como un cambio de actitud del alumnado hacia el uso responsable de los plásticos. De manera complementaria, distintos estudios de ingeniería de procesos han demostrado que es posible obtener películas de bioplástico a partir del almidón de maíz, papa o yuca mediante procedimientos accesibles para un laboratorio escolar: mezcla de almidón, agua y glicerina como plastificante, con un ácido diluido como agente de gelatinización, seguido de un secado a temperatura moderada (Jiménez Villalta et al., 2024; Zhang et al., 2023).

En el Ecuador, la evidencia sobre el uso de software y recursos digitales para la enseñanza de la química orgánica en 3.º de bachillerato, como el simulador PhET, muestra resultados favorables en la comprensión conceptual (Ponce Intrigao y Navarrete Pita, 2025), lo que sugiere que la combinación de herramientas digitales con experimentación física puede potenciar aún más el aprendizaje de los polímeros cuando ambas estrategias se integran en una secuencia STEM coherente.

Tomando en consideración esta problemática, se formula la siguiente pregunta de reflexión teórica: ¿de qué manera una propuesta didáctica STEM basada en la síntesis de bioplásticos a partir de residuos orgánicos locales puede contribuir a la enseñanza de los polímeros y la química orgánica en 3.º de bachillerato de una institución fiscal ecuatoriana?

El **objetivo** de este artículo es diseñar y fundamentar teóricamente una propuesta didáctica de enfoque STEM, centrada en la síntesis experimental de bioplásticos a partir de residuos orgánicos locales, como estrategia para la enseñanza de los polímeros y la química orgánica en el tercer curso de bachillerato, contextualizada en la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar. No se plantean hipótesis, dado el carácter teórico propositivo del estudio.

La **delimitación** de esta investigación considera las dimensiones siguientes: temporal, artículos científicos publicados entre 2022 y 2026; espacial, educación media ecuatoriana e internacional; poblacional, estudiantes de 3.º de bachillerato general unificado; temática, bioplásticos, enseñanza



STEM, química orgánica y gestión de residuos orgánicos; tipo de estudio, reflexión teórica fundamentada con propuesta de intervención didáctica; y tipos de evidencia, artículos científicos, revisiones sistemáticas y datos institucionales oficiales.

Como contexto institucional, la propuesta se sitúa en la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar, establecimiento público, código AMIE 17H00384, ubicado en la parroquia urbana de Chillogallo, al sur del Distrito Metropolitano de Quito, que ofrece Educación General Básica y Bachillerato en jornadas matutina y vespertina. Como institución de sostenimiento fiscal, sus laboratorios de ciencias suelen contar con recursos limitados, lo que hace especialmente pertinente una propuesta experimental de bajo costo, replicable con materiales domésticos y residuos disponibles en los mercados y hogares del sector.

METODOLOGÍA

El enfoque de esta investigación es cualitativo. El tipo de investigación es documental y propositivo, orientado a la construcción de una propuesta de intervención didáctica a partir de la sistematización de evidencia científica; no corresponde, por tanto, a un estudio experimental con recolección de datos primarios en estudiantes. El diseño es no experimental, de revisión documental, con un componente aplicativo consistente en el diseño de una secuencia didáctica contextualizada.

La población de estudio de este trabajo es documental: el corpus inicial de búsqueda identificó cerca de treinta documentos indexados en las bases consultadas, de los cuales, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión que se detallan en la Tabla 2, se seleccionaron once fuentes primarias que sustentan directamente la argumentación del artículo. La población beneficiaria de la propuesta didáctica corresponde a los estudiantes de 3.º de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar, sin que ello implique, en esta etapa, la aplicación empírica de la secuencia con un grupo específico.

La técnica de recolección de información fue el análisis documental. Como instrumento se empleó una matriz de análisis documental que registró, para cada fuente, el autor, el año, el tema central, el aporte al artículo y la categoría teórica asociada, de manera similar a la Tabla 1. Para la búsqueda bibliográfica se consultaron las bases de datos Scopus, ScienceDirect, SciELO, Redalyc, Dialnet y Google Scholar, esta última únicamente como herramienta de rastreo complementario. Las ecuaciones de búsqueda



utilizadas incluyeron combinaciones de los términos: bioplastic AND starch AND organic waste; STEM education AND chemistry AND secondary education; bioplásticos AND almidón; enseñanza AND polímeros AND bachillerato.

Como consideración ética, la propuesta contempla el uso de materiales no tóxicos, el manejo de ácido acético diluido, en la forma de vinagre de mesa, y glicerina de grado cosmético, así como el empleo de equipo de protección personal básico, guantes y gafas de laboratorio, lo cual la hace segura para su aplicación con adolescentes de dieciséis a dieciocho años bajo supervisión docente. Al tratarse de un estudio documental, no se requirió consentimiento informado de estudiantes ni intervención directa con menores de edad.

Tabla 1 Categorías teóricas para el desarrollo del artículo

Categoría central	Pregunta orientadora	Función dentro del artículo
Residuos orgánicos como materia prima	¿Qué residuos orgánicos locales son aptos para sintetizar bioplásticos?	Contextualiza el fenómeno
Química de la síntesis del bioplástico	¿Qué principios de polimerización y plastificación explican el proceso?	Sustenta el contenido disciplinar
Enfoque STEM en la enseñanza de la química	¿Cómo integrar ciencia, tecnología, ingeniería y matemática en el aula?	Define la estrategia pedagógica
Contexto de la institución fiscal	¿Qué condiciones de infraestructura y seguridad deben considerarse?	Justifica la pertinencia local

Nota: elaboración propia.

Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión de la literatura revisada

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos científicos publicados entre 2022 y 2026.	Fuentes sin autoría identificable o sin arbitraje académico.
Estudios sobre síntesis de bioplásticos a partir de almidón o residuos orgánicos renovables.	Procesos industriales de gran escala no adaptables a un contexto escolar.
Investigaciones sobre enseñanza STEM, aprendizaje basado en proyectos o didáctica de la química orgánica.	Estudios centrados exclusivamente en educación básica o universitaria sin relación con el nivel de bachillerato.
Fuentes con DOI, repositorio institucional o base de datos indexada verificable.	Páginas web sin respaldo académico o de origen no verificable.

Nota: elaboración propia.



Como **limitación** metodológica, este artículo presenta una propuesta didáctica fundamentada teóricamente, pero aún no validada empíricamente con estudiantes de la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar; los resultados que se exponen a continuación corresponden, por tanto, al diseño de la propuesta y a su sustento documental, y no a datos de aplicación en el aula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los residuos orgánicos locales como materia prima de bioplásticos

Los residuos orgánicos domésticos y de mercado, en particular las cáscaras de banano, papa y yuca, contienen almidón, un polisacárido formado por amilosa y amilopectina que, bajo condiciones controladas de calor y humedad, puede gelatinizarse y transformarse en un polímero termoplástico, conocido como almidón termoplástico o TPS por sus siglas en inglés, apto para la elaboración de láminas biodegradables (Jiménez Villalta et al., 2024). A nivel nacional, la disponibilidad de esta materia prima no es un factor limitante, pues el Ecuador genera diariamente miles de toneladas de residuos orgánicos, siendo esta la fracción mayoritaria de los residuos sólidos del país (MAATE, Proyecto GRECI, 2023). En el entorno cercano a la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar, ubicada en la parroquia de Chillogallo, sector con actividad comercial de mercados y ferias libres, los residuos de tubérculos y frutas resultan un insumo cotidiano, gratuito y de fácil recolección para el trabajo escolar. Investigaciones recientes confirman la viabilidad técnica de este tipo de materia prima. Zhang et al. (2023) desarrollaron un bioplástico pectocelulósico a partir de residuos del procesamiento de frutas, con propiedades mecánicas robustas, biodegradabilidad y capacidad de reciclado, mientras que Jiménez Villalta et al. (2024) optimizaron un plástico biodegradable a base de almidón de yuca mediante un proceso termomecánico, alcanzando valores de resistencia a la tracción comparables a los de plásticos comerciales de baja densidad. Si bien estos estudios se desarrollaron en condiciones de laboratorio universitario, sus principios químicos básicos, gelatinización del almidón, incorporación de un plastificante y secado controlado, son perfectamente trasladables a un laboratorio escolar con materiales de bajo costo.

Fundamentos químicos de la síntesis del bioplástico de almidón

Desde el punto de vista disciplinar, la síntesis de un bioplástico de almidón permite abordar de manera experimental varios contenidos centrales del bloque de química orgánica y polímeros del currículo de



3.º de bachillerato: la diferencia entre polímeros naturales y sintéticos, los conceptos de monómero y macromolécula, los enlaces de hidrógeno responsables de la estructura del almidón, el rol de un plastificante, la glicerina, en la modificación de las propiedades mecánicas del material, y el concepto de biodegradabilidad frente a los polímeros derivados del petróleo. El procedimiento típico reportado en la literatura consiste en disolver almidón en agua, añadir un ácido diluido que favorece la hidrólisis parcial y la gelatinización, incorporar glicerina como plastificante, calentar la mezcla entre 80 y 90 grados centígrados hasta obtener una masa homogénea, verterla sobre un molde y dejarla secar a temperatura ambiente durante veinticuatro a setenta y dos horas (Jiménez Villalta et al., 2024).

Este procedimiento, replicable en un laboratorio escolar básico, habilita además la incorporación de variables de indagación científica: tipo de residuo orgánico, proporción de plastificante y tiempo de secado, y su efecto sobre la flexibilidad, la transparencia y la resistencia del bioplástico obtenido. De esta manera, el estudiante no solo observa una reacción química, sino que diseña, mide, compara y argumenta a partir de evidencia empírica, lo cual coincide con los hallazgos de Jegstad (2024) sobre los beneficios de la enseñanza de la química basada en la indagación para la comprensión conceptual profunda.

El enfoque STEM aplicado a la enseñanza de polímeros

El enfoque STEM se caracteriza por integrar, en torno a un problema auténtico, los saberes de la ciencia, la química de los polímeros, la tecnología, el uso de balanzas, termómetros o simuladores como PhET, la ingeniería, el diseño y la optimización de la formulación del bioplástico, y la matemática, el cálculo de proporciones, el rendimiento del proceso y el análisis de datos de resistencia mecánica. Ananda et al. (2023) evidenciaron que la integración del pensamiento de diseño con el aprendizaje basado en proyectos de enfoque STEAM mejora significativamente las habilidades de pensamiento crítico en estudiantes de química, mientras que Araújo y Morais (2024) documentaron beneficios similares en estudiantes preuniversitarios al aplicar un enfoque STEM para investigar fenómenos químicos cotidianos.

En el contexto ecuatoriano, esta orientación resulta coherente con el uso ya reportado de herramientas digitales para la enseñanza de la química orgánica en 3.º de bachillerato, como el simulador PhET (Ponce Intriago y Navarrete Pita, 2025), que puede emplearse en la fase de modelización molecular previa al



trabajo experimental. La articulación entre lo digital y lo experimental, simular primero la estructura de un polímero y luego sintetizarlo físicamente a partir de un residuo real, constituye precisamente el núcleo de una propuesta STEM bien fundamentada: no se trata de sustituir el laboratorio por la simulación, ni la simulación por el laboratorio, sino de hacerlos dialogar en función del aprendizaje.

Diseño de la secuencia didáctica STEM contextualizada

A partir de los fundamentos anteriores, se propone una secuencia didáctica de cinco fases, denominada Bioplástico Escolar (en adelante, BE-STEM), pensada para su aplicación en 3.º de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar, con una duración estimada de cuatro a cinco semanas dentro de la asignatura de Química. La secuencia se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3 Secuencia didáctica STEM “Bioplástico Escolar” (BE-STEM)

Fase	Actividad principal	Contenido asociado	curricular
1. Problematicación	Discusión sobre residuos plásticos y orgánicos generados en la comunidad educativa de Chillogallo; formulación de la pregunta de indagación.	Impacto ambiental de los polímeros sintéticos	
2. Indagación teórica	Investigación guiada sobre polímeros naturales, almidón, monómeros y biodegradabilidad; uso de simulador molecular PhET.	Estructura y clasificación de los polímeros	
3. Diseño experimental	Selección del residuo orgánico, papa, yuca o banano, y formulación de variables: proporción de plastificante y tiempo de secado.	Método científico y variables experimentales	
4. Síntesis y caracterización	Elaboración de la lámina de bioplástico en equipos; evaluación cualitativa de flexibilidad, transparencia y resistencia.	Reacciones de polimerización y propiedades de los materiales	
5. Evaluación formativa	Sustentación oral de resultados, informe técnico y reflexión metacognitiva sobre el proceso.	Comunicación científica y pensamiento crítico	

Nota: elaboración propia.

La pertinencia de esta secuencia para una institución de sostenimiento fiscal radica en su bajo costo: los insumos requeridos, almidón de residuos vegetales, vinagre, glicerina, agua y moldes reutilizables, son accesibles y no exigen un laboratorio especializado, a diferencia de otras prácticas de química orgánica que requieren reactivos costosos o equipos de alta precisión. Esta característica responde directamente a las condiciones materiales descritas para la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar,



cuyo régimen de sostenimiento fiscal y doble jornada, matutina y vespertina, limita el tiempo disponible para prácticas de laboratorio extensas, favoreciendo actividades breves, replicables y de bajo riesgo.

DISCUSIÓN: tensiones identificadas

El análisis de la literatura permite identificar tres tensiones relevantes para la implementación de esta propuesta. La primera es la tensión entre *disponibilidad de infraestructura y ambición experimental*: mientras estudios de referencia como los de Zhang et al. (2023) o Jiménez Villalta et al. (2024) emplean equipos de caracterización mecánica y térmica de alta precisión, un laboratorio escolar solo puede aproximar estas mediciones de forma cualitativa, mediante flexión manual, observación de transparencia o prueba de degradación en tierra, por lo que la propuesta prioriza el desarrollo de destrezas de indagación por sobre la precisión instrumental.

La segunda tensión es entre *tiempo curricular y profundidad del aprendizaje*: una secuencia STEM completa demanda varias sesiones, lo que compite con la extensión de contenidos que exige la planificación anual de Química. La evidencia revisada (Ananda et al., 2023; Jegstad, 2024) sugiere que esta inversión de tiempo se compensa con una comprensión conceptual más profunda y duradera que la exposición tradicional, aunque ello requiere una decisión institucional de priorizar la calidad del aprendizaje sobre la cobertura de contenidos.

La tercera tensión es entre *motivación ambiental y rigor científico*: existe el riesgo de que la actividad se reduzca a una manualidad de sensibilización ecológica sin verdadero análisis químico. Por ello, la secuencia BE-STEM exige explícitamente la formulación de variables, la comparación de resultados entre equipos y la sustentación argumentada, en línea con las prácticas científicas de indagación, argumentación y modelización documentadas por Cascarosa Salillas et al. (2022) en su experiencia con estudiantes de bachillerato.

Finalmente, cabe señalar la novedad de esta propuesta frente a los antecedentes revisados: mientras la literatura técnica sobre bioplásticos se concentra en la optimización industrial del material (Zhang et al., 2023; Jiménez Villalta et al., 2024) y la literatura pedagógica sobre STEM aborda la enseñanza de la química de forma general (Ananda et al., 2023; Jegstad, 2024), este artículo articula ambos campos en una secuencia didáctica concreta, contextualizada en una institución fiscal ecuatoriana específica, lo cual constituye su principal aporte teórico y práctico.



CONCLUSIONES

La síntesis de bioplásticos a partir de residuos orgánicos locales constituye una estrategia didáctica viable, pertinente y de bajo costo para fortalecer la enseñanza de los polímeros y la química orgánica en 3.º de bachillerato, al permitir que el estudiante experimente de forma directa conceptos que suelen abordarse de manera abstracta.

El enfoque STEM, al articular la indagación teórica, el diseño experimental y la argumentación de resultados, ofrece un marco pedagógico coherente para transformar el residuo orgánico, un problema ambiental cotidiano, en un recurso de aprendizaje significativo, sin que ello implique renunciar al rigor del contenido disciplinar de la química orgánica.

En el contexto específico de la Unidad Educativa Fiscal Luis Felipe Borja del Alcázar, la propuesta BE-STEM resulta especialmente pertinente por su bajo costo, su seguridad y su capacidad de adaptarse a las condiciones de una institución de sostenimiento fiscal con doble jornada, además de conectar el aprendizaje con la realidad ambiental de la parroquia de Chillogallo.

Finalmente, queda como tarea pendiente para futuras investigaciones la validación empírica de esta propuesta mediante su aplicación piloto con estudiantes de 3.º de bachillerato, así como el diseño de instrumentos de evaluación que permitan medir de manera sistemática su incidencia en el pensamiento crítico y en el aprendizaje conceptual de los polímeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ananda, L. R., Rahmawati, Y., & Khairi, F. (2023). Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with STEAM-PjBL. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 352-367. <https://doi.org/10.3926/jotse.1938>
- Araújo, J. L., & Morais, C. (2024). Investigating the influence of temperature on salt solubility in water: A STEM approach with pre-university chemistry students. *Chemistry Teacher International*, 6(3), 217-229. <https://doi.org/10.1515/cti-2023-0037>
- Cascarosa Salillas, E., Pozuelo Muñoz, J., y Calvo Zueco, M. E. (2022). ¿Plásticos sí o plásticos no? Trabajando prácticas científicas con estudiantes de bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1502. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1502



- Chonillo Sisleya Sisleya, L. O., Heredia, D., Chayña, J., y Ramos, Z. (2024). Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*.
- Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based chemistry education: A systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 251-313. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436>
- Jiménez Villalta, G. A., et al. (2024). Producción de plástico biodegradable a base de almidón de yuca mediante un proceso termomecánico. *Ingeniería: Revista de la Universidad de Costa Rica*, 35(1).
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-26522024000300001&script=sci_arttext&tlng=es
- Lozano Lozano, J. P., y Morocho Medina, R. A. (2025). Enfoque de economía circular en la gestión de residuos sólidos en el Centro de Gestión Integral Sostenible de Loja. *Impulso*, 5(9), 51-67.
<https://doi.org/10.59659/impulso.v.5i9.69>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Proyecto GRECI. (2023). Proyecto de Gestión de Residuos Sólidos y Economía Circular Inclusiva. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/1.pdf>
- Ponce Intrigado, D. I., y Navarrete Pita, Y. (2025). Resultados del uso del software PHET en la asignatura de Química Orgánica en los estudiantes de tercero de Bachillerato. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 13(2).
- Trujillo Sánchez, A. C., y Cadena, R. (2023). Estrategia pedagógica en educación ambiental para el manejo de los residuos orgánicos en la IER Mira Valle Santropel. *Revista Científica del Amazonas*, 6(11), 44-58.
- Zhang, S., Fu, Q. H., Wu, P., Waterhouse, G. I. N., Li, Y., & Ai, S. (2023). A pectocellulosic bioplastic from fruit processing waste: robust, biodegradable, and recyclable. *Chemical Engineering Journal*, 463, 142452. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.142452>

