

**Impacto de las reacciones químicas en la preservación del ambiente:
Didáctica centrada en el aprender haciendo**

**Impact of chemical reactions on environmental preservation: Didactics
focused on learning by doing**

Autores

Galecio Francisco Ullauri Jaramillo
Unidad Educativa Gonzalo Zaldumbide
Imbabura-Ecuador
galecioullauri@yahoo.es
<https://orcid.org/0009-0009-8941-8086>

María Zoila Avilés Erazo
Investigadora Independiente
Pichincha-Ecuador
zoilaviles2010@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0001-1283-1405>

Mary Yolanda Albarracín Chávez
Unidad Educativa Arupos
Pichincha-Ecuador
mary8cdl@hotmail.es
<https://orcid.org/0009-0006-3828-7213>

Como citar:

Ullauri Jaramillo, G. F. ., Avilés Erazo, M. Z. ., & Albarracín Chávez, M. Y. . (2026). Impacto de las reacciones químicas en la preservación del ambiente: Didáctica centrada en el aprender haciendo. *Prosperus*, 3(2), 747-769. <https://doi.org/10.63535/smmbgq06>

Fecha de recepción:2026-04-22

Fecha de aceptación: 2026-05-22

Fecha de publicación:2026-06-22



CC BY-NC-ND 4.0

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

Resumen

La investigación tuvo como objetivo analizar el impacto de la enseñanza de las reacciones químicas mediante una didáctica centrada en el aprender haciendo sobre el conocimiento, las actitudes y las prácticas sostenibles relacionadas con la preservación del ambiente. La población de la investigación estuvo conformada por estudiantes de nivel de Bachillerato de una institución educativa ecuatoriana. La intervención didáctica se diseñó y aplicó bajo el enfoque del aprender haciendo, con el propósito de vincular la enseñanza de las reacciones químicas con situaciones prácticas relacionadas con la preservación del ambiente. La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, bajo un diseño cuasiexperimental pretest–postest sin grupo control. Los resultados mostraron que, en cuanto al conocimiento sobre las reacciones químicas relacionadas con la preservación del ambiente, los estudiantes tuvieron un promedio de 11.8 ± 2.9 puntos en el pretest sobre un total de 20, y en el postest lograron 17.2 ± 2.6 puntos. La actitud de los estudiantes hacia la preservación ambiental mejoró en todas las dimensiones evaluadas. Los estudiantes adoptaron prácticas sostenibles en separación de residuos, el uso racional del agua, reutilización de materiales y promoción de prácticas sostenibles. Se concluye que la implementación de la estrategia didáctica centrada en el *aprender haciendo* demostró ser una vía eficaz para integrar el conocimiento científico con la conciencia ambiental y la acción responsable. Los estudiantes no solo consolidaron aprendizajes más sólidos y homogéneos sobre las reacciones químicas vinculadas a la sostenibilidad, sino que también fortalecieron valores y actitudes orientadas al cuidado del entorno.

Palabras clave: Reacciones; Química; Preservación; Ambiente; Didáctica; Aprender haciendo.



Abstract

The research aimed to analyze the impact of teaching chemical reactions through a didactic approach centered on learning by doing, focusing on knowledge, attitudes, and sustainable practices related to environmental preservation. The study population consisted of high school students from an Ecuadorian educational institution. The didactic intervention was designed and implemented under the learning-by-doing approach, with the purpose of linking the teaching of chemical reactions to practical situations related to environmental preservation. The research was framed within a quantitative approach, using a quasi-experimental pretest–posttest design without a control group. The results showed that, regarding knowledge of chemical reactions related to environmental preservation, students obtained an average of 11.8 ± 2.9 points in the pretest out of a total of 20, and in the posttest they achieved 17.2 ± 2.6 points. Students' attitudes toward environmental preservation improved across all evaluated dimensions. They adopted sustainable practices in waste separation, rational use of water, material reuse, and promotion of sustainable practices. It is concluded that the implementation of the didactic strategy centered on learning by doing proved to be an effective way to integrate scientific knowledge with environmental awareness and responsible action. Students not only consolidated more solid and homogeneous learning about chemical reactions linked to sustainability, but also strengthened values and attitudes oriented toward environmental care.

Keywords: Reactions; Chemistry; Preservation; Environment; Didactics; Learning by doing.



Introducción

Las reacciones químicas, lejos de ser simples transformaciones de la materia, constituyen procesos esenciales que permiten comprender la dinámica profunda de la naturaleza, pues a través de ellas se explican las interacciones constantes entre los sistemas vivos y no vivos, desde la fotosíntesis que sostiene la vida vegetal hasta la degradación de contaminantes que afecta directamente la calidad de los ecosistemas (Mota, 2011); en consecuencia, reconocer su impacto implica asumir que la química no es un saber aislado, sino un lenguaje que articula la explicación científica con la responsabilidad ambiental y social, lo cual convierte su enseñanza en un eje fundamental para la formación de ciudadanos conscientes.

La preservación del ambiente exige una mirada crítica hacia los procesos químicos que generan contaminación, como la combustión de hidrocarburos, la liberación de gases de efecto invernadero o la acumulación de plásticos, pero al mismo tiempo abre la posibilidad de explorar reacciones que favorecen la descontaminación, como la neutralización de ácidos en cuerpos de agua o la biodegradación de materiales. En este sentido, enseñar estas dinámicas desde una didáctica centrada en el *aprender haciendo* permite que los estudiantes comprendan no solo los conceptos, sino también las implicaciones éticas y sociales de la química aplicada, reconociendo que cada reacción puede tener un impacto positivo o negativo en la calidad de vida y que la educación debe orientarse hacia la toma de decisiones responsables (Caballero, 2017).

El enfoque del aprender haciendo se fundamenta en la experiencia directa, en la manipulación de materiales y en la construcción de conocimiento a partir de la práctica (González y Yanacallo, 2020); lo cual implica que los estudiantes no se limiten a memorizar fórmulas o ecuaciones, sino que vivan la química como un proceso de descubrimiento. Ejemplo de ello es cuando realizan experimentos de oxidación-reducción para analizar la corrosión de metales, o se ensayan procesos de filtración y precipitación para simular la purificación del agua, desarrollan competencias que trascienden la memorización y se convierten en aprendizajes significativos, en los que la teoría se vincula con la acción y la química se transforma en un puente entre el conocimiento científico y la acción ciudadana responsable (Kubus González, 2021).



Por otro lado, la didáctica enfocada en el aprender haciendo, de acuerdo a Mosquera y Ospina (2023), también favorece el desarrollo de habilidades críticas y reflexivas, pues al analizar los resultados de un experimento, los estudiantes no solo aprenden química, sino que también ejercitan la capacidad de evaluar alternativas, ponderar impactos y proponer soluciones. Este proceso fortalece la autonomía intelectual y la conciencia ambiental, dos dimensiones esenciales para la formación de ciudadanos comprometidos con la sostenibilidad y con la justicia intergeneracional (Espinoza, 2023); lo cual demuestra que la enseñanza de la química puede trascender el aula y convertirse en un motor de transformación social.

En el ámbito ambiental, este enfoque cobra especial relevancia porque permite que los estudiantes se conviertan en agentes de cambio, capaces de comprender que la química no es un saber abstracto, sino una herramienta para la preservación de la vida (González, 2023). Un ejemplo claro de reacciones químicas que afectan el ambiente son las reacciones de combustión y la generación de gases contaminantes como dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Entender estos procesos mediante prácticas experimentales permite a los estudiantes visualizar la relación directa entre acciones humanas y cambios ecológicos. Además, la sensibilización en la preservación del ambiente a través del aprendizaje experimental contribuye a diseñar estrategias de mitigación para la contaminación (Rodríguez y Velásquez, 2017); en este sentido, los estudiantes al experimentar con reacciones químicas que transforman residuos orgánicos en compost, internalizan la idea de que la práctica científica puede tener un impacto directo en la sostenibilidad, y que la acción cotidiana, fundamentada en el conocimiento, es clave para enfrentar los desafíos ambientales contemporáneos.

El impacto de las reacciones químicas en la preservación del ambiente, enseñado desde el aprender haciendo, también contribuye a la construcción de valores, pues la práctica experimental fomenta la responsabilidad, la cooperación y el respeto por los recursos naturales (Robles et al., 2024). Al manipular sustancias y observar sus efectos, los estudiantes desarrollan una ética de cuidado que se traduce en actitudes concretas hacia la reducción de la contaminación y el uso racional de los materiales, consolidando una cultura de sostenibilidad que se proyecta hacia la comunidad y que refuerza la idea de que la ciencia debe estar al servicio de la vida.

En definitiva, la enseñanza de las reacciones químicas mediante una didáctica centrada en el aprender haciendo constituye una estrategia poderosa para vincular el conocimiento científico



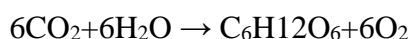
con la acción transformadora. No se trata únicamente de formar estudiantes que comprendan fórmulas y ecuaciones, sino de ciudadanos capaces de aplicar la química para preservar el ambiente y promover la sostenibilidad. La práctica, la reflexión y la acción conjunta se convierten en los pilares de una educación que humaniza la ciencia y la orienta hacia el bien común, reafirmando que la química, lejos de ser un saber aislado, es una herramienta para la vida y para la justicia ambiental.

Ante estos argumentos, la investigación tuvo como objetivo analizar el impacto de la enseñanza de las reacciones químicas mediante una didáctica centrada en el aprender haciendo sobre la sobre el conocimiento, las actitudes y las prácticas sostenibles relacionadas con la preservación del ambiente. En consecuencia, se formularon las siguientes interrogantes de investigación: ¿Cuál es el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre las reacciones químicas vinculadas a la preservación ambiental antes y después de aplicar la intervención didáctica del aprender haciendo? ¿Cuál es la actitud de los estudiantes hacia la preservación del ambiente, tras la implementación de la didáctica del aprender haciendo? ¿Cuáles son las prácticas sostenibles adoptadas por los estudiantes después de la intervención didáctica?

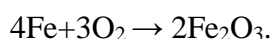
Abordaje teórico de la investigación

Reacciones químicas

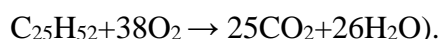
Las reacciones químicas son procesos en los que sustancias iniciales, llamadas reactivos, se transforman en nuevas sustancias denominadas productos, mediante la reorganización de sus átomos y enlaces químicos (Raviolo, et al. 2011). Por ejemplo, la fotosíntesis es una reacción química esencial para la existencia de los seres vivos, en la que las plantas convierten dióxido de carbono y agua en glucosa y oxígeno gracias a la energía solar:



Otro ejemplo práctico es la oxidación del hierro, observable cuando un clavo se deja expuesto al aire y la humedad, generando óxido de hierro. Este fenómeno cotidiano, conocido como corrosión, ayuda a los estudiantes a reflexionar sobre el impacto de las reacciones químicas en la vida útil de los materiales y en la necesidad de proteger estructuras metálicas para evitar pérdidas económicas y ambientales.

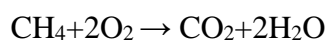


La combustión controlada puede enseñarse con ejemplos sencillos como encender una vela, donde la parafina reacciona con el oxígeno del aire para producir dióxido de carbono, agua y energía en forma de luz y calor. Este ejemplo cotidiano permite reflexionar sobre el uso de combustibles fósiles y la necesidad de buscar alternativas energéticas más limpias, vinculando la química con la preservación del ambiente y la sostenibilidad energética.



Clasificación de las reacciones químicas y su relación con la preservación del ambiente

- Reacciones de combustión: La combustión es una reacción química fundamental caracterizada por la interacción rápida entre un combustible y un comburente, generalmente oxígeno, que provoca un gran desprendimiento de energía en forma de luz y calor (Martin, 2021). En la conservación ambiental, el estudio y control de las emisiones derivadas de la combustión ha llevado al desarrollo de tecnologías más limpias, como el uso de combustibles alternativos y sistemas de captura de carbono. Un ejemplo práctico que los estudiantes pueden observar es la combustión de la madera o del gas doméstico:

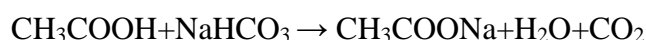


Desde el punto de vista ambiental, comprender esta reacción permite reflexionar sobre la necesidad de promover combustibles alternativos más limpios, como el biogás o el hidrógeno verde, que reducen las emisiones contaminantes. Investigaciones recientes destacan que la transición hacia combustibles renovables es clave para mitigar el cambio climático (Stancin et al., 2020).

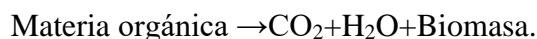
- Reacciones de neutralización: La reacción de neutralización es un proceso químico fundamental que ocurre cuando un ácido y una base reaccionan en solución acuosa para formar agua y una sal. En esta reacción, los iones hidrógeno (H^+) del ácido se combinan con los iones hidroxilo (OH^-) de la base, produciendo moléculas de agua (H_2O), mientras que los otros iones del ácido y la base forman la sal correspondiente (López, 2024). En el aula, los estudiantes pueden experimentar con la mezcla de vinagre (ácido acético) y bicarbonato de sodio, observando cómo se neutralizan y liberan dióxido de carbono. Cuando se mezcla vinagre con bicarbonato de sodio, ocurre una reacción ácido-base que produce acetato de sodio, agua y dióxido de carbono. El desprendimiento de burbujas de dióxido de carbono permite observar



de manera directa cómo una reacción química transforma sustancias iniciales en productos diferentes:



-Reacciones de biodegradación: La biodegradación es un tipo especial de descomposición mediada por microorganismos, que transforman compuestos orgánicos complejos en sustancias más simples (Torres, 2003). Un ejemplo práctico es la degradación de residuos orgánicos en compostaje, donde bacterias y hongos convierten restos de alimentos en abono natural. Este proceso puede ser replicado en proyectos escolares de compostaje, vinculando la química con prácticas sostenibles. La biodegradación es clave para reducir la acumulación de residuos sólidos y fomentar la economía circular.



Relación entre las reacciones químicas y la preservación del ambiente

La relación entre las reacciones químicas y la preservación del ambiente se constituye en un eje esencial para comprender y gestionar los procesos que, de manera simultánea, pueden alterar o proteger los ecosistemas, ya que cada transformación de la materia implica consecuencias directas sobre el aire, el agua, el suelo y los seres vivos. En este sentido, la química ambiental se ocupa de estudiar las interacciones y los efectos de las sustancias químicas en los distintos compartimentos del medio ambiente, con el propósito de explicar los mecanismos que generan contaminación y, al mismo tiempo, identificar aquellos que permiten mitigarla (Chan et al. 2022).

Así, las reacciones químicas explican cómo se degradan o transforman los contaminantes en el ambiente y son la base para diseñar tecnologías limpias y procesos de remediación. Por ejemplo, la oxidación avanzada de contaminantes en agua potable es una aplicación práctica que permite eliminar compuestos orgánicos tóxicos mediante reacciones químicas catalíticas (Mota, 2011). Además, la química verde, enfocada en diseñar procesos y productos que reduzcan el uso y generación de sustancias peligrosas, integra conocimientos sobre reacciones químicas sostenibles para minimizar el impacto ambiental y favorecer la conservación (Pájaro y Olivero, 2011). Un ejemplo es la combustión de hidrocarburos que libera gases de efecto invernadero que intensifican el cambio climático, pero el conocimiento de esta reacción ha



permitido desarrollar alternativas como el uso de biocombustibles y celdas de hidrógeno, que reducen las emisiones contaminantes y promueven una transición energética más limpia (Calderón et al. 2025). De este modo, la química se convierte en una herramienta para diseñar soluciones frente a los problemas que ella misma ayuda a explicar.

Materiales y métodos

Materiales

La población de la investigación estuvo conformada por estudiantes de nivel de Bachillerato de una institución educativa ecuatoriana. De esta población se seleccionó una muestra de 56 estudiantes de tercer año, escogidos de manera intencional, atendiendo a criterios de accesibilidad y pertinencia para la aplicación de la estrategia didáctica. La decisión de trabajar con un solo grupo respondió a la necesidad de focalizar la intervención en un contexto educativo concreto, lo que permitió observar de manera directa los cambios producidos en los estudiantes tras la implementación de la didáctica del aprender haciendo.

Para la recolección de la información se utilizaron instrumentos diseñados específicamente en función de las variables de estudio. En primer lugar, se aplicó una prueba objetiva de conocimientos sobre reacciones químicas y preservación ambiental, elaborada con ítems de selección múltiple, la cual se administró en dos momentos: antes de la intervención didáctica (pretest) y después de la misma (postest). Asimismo, se utilizó una escala tipo Likert para evaluar las actitudes hacia la preservación del ambiente; por último, se aplicó una encuesta estructurada destinada a identificar las prácticas sostenibles adoptadas por los estudiantes. Este instrumento se administró al finalizar la intervención, con el propósito de registrar cambios en las conductas ecológicas.

La intervención didáctica se diseñó y aplicó bajo el enfoque del aprender haciendo, con el propósito de vincular la enseñanza de las reacciones químicas con situaciones prácticas relacionadas con la preservación del ambiente.



Tabla 1.

Actividades de la intervención didáctica

Actividad	Objetivo	Procedimiento	Reflexión guiada	Recursos
Combustión y el aire que respiramos	Comprender cómo la combustión afecta la calidad del aire.	Encender una vela y observar el humo; la comparar con la combustión de alcohol	¿Qué diferencia hay entre combustibles limpios y contaminantes? ¿Cómo impacta la quema de basura en nuestra salud y ambiente?	Vela, alcohol, fósforos, vasos de vidrio.
Neutralización de aguas ácidas	Identificar cómo las reacciones ácido–base pueden aplicarse en la descontaminación.	Preparar agua con jugo de limón y medir su pH; añadir bicarbonato y observar el cambio.	¿Cómo se relaciona este experimento con la lluvia ácida? ¿Qué podemos hacer para recuperar suelos y aguas contaminadas?	Jugo de limón, bicarbonato de sodio, papel indicador de pH, vasos plásticos.
Oxidación y deterioro de materiales	Reconocer la oxidación como proceso químico que impacta el ambiente y la economía.	Colocar clavos en agua con sal y observar el proceso de corrosión durante varios días.	¿Qué consecuencias tiene la corrosión en puentes, tuberías y objetos metálicos? ¿Cómo podemos prevenirla?	Clavos de hierro, agua, sal, frascos transparentes.
Descomposición catalítica y oxígeno para la vida	Comprender cómo las reacciones de descomposición liberan oxígeno y favorecen la vida.	Mezclar agua oxigenada con levadura y jabón líquido, observando la liberación de espuma.	¿Por qué el oxígeno es vital para los ecosistemas acuáticos? ¿Cómo se relaciona este proceso con la purificación ambiental?	Agua oxigenada, levadura, jabón líquido, recipientes plásticos.
Biodegradación y compostaje escolar	Valorar la biodegradación como estrategia de gestión sostenible de residuos.	Recolectar restos de frutas y verduras del comedor escolar y colocarlos en un recipiente para iniciar compostaje.	¿Qué beneficios tiene transformar residuos en abono? ¿Cómo contribuye esto a la economía circular y a reducir la contaminación?	Restos orgánicos, recipiente grande, tierra, guantes.

Fuente: Los autores (2025)

Métodos

La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo, bajo un diseño cuasiexperimental pretest–postest sin grupo control, lo cual implicó que los mismos estudiantes fueron evaluados antes y después de la intervención didáctica. Los datos obtenidos en la investigación fueron procesados mediante técnicas estadísticas. En primer lugar, se recurrió a estadísticos



CC BY-NC-ND 4.0

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

descriptivos, con el propósito de caracterizar el nivel inicial de conocimiento, las actitudes y las prácticas sostenibles de los estudiantes. Posteriormente, se aplicaron pruebas de comparación para determinar la existencia de diferencias significativas entre los resultados del pretest y el postest. En este sentido, se utilizó la t de Student para muestras relacionadas, dado que los mismos estudiantes fueron evaluados en dos momentos distintos, lo que permitió establecer el impacto de la didáctica del aprender haciendo sobre el conocimiento y las actitudes hacia la preservación del ambiente. Finalmente, se empleó la prueba de Chi-cuadrado para examinar la distribución de frecuencias en las prácticas sostenibles reportadas, lo que permitió verificar si los cambios observados fueron estadísticamente significativos.

Resultados

Nivel de conocimiento sobre reacciones químicas vinculadas a la preservación ambiental

Los resultados descriptivos (Tabla 2) mostraron que, antes de la intervención, los estudiantes alcanzaron un promedio de 11.8 puntos sobre 20, con una desviación estándar de 2.9, lo que indica un nivel de conocimiento inicial bajo y con cierta dispersión entre los participantes. En contraste, después de la intervención, el promedio se elevó a 17.2 puntos, con una desviación estándar de 2.6, reflejando una mejora sustancial y una mayor homogeneidad en el desempeño. Este cambio evidencia que la estrategia del *aprender haciendo* favoreció la comprensión de las reacciones químicas vinculadas a la preservación ambiental, consolidando aprendizajes más sólidos y consistentes.

Tabla 2.

Estadísticos descriptivos del nivel de conocimiento sobre reacciones químicas vinculadas a la preservación ambiental

Momento de aplicación	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Pretest	11.8	2.9	6	17
Postest	17.2	2.6	12	20

Fuente: Los autores (2025)



El análisis inferencial (Tabla 3) confirmó que la diferencia entre el pretest y el postest fue estadísticamente significativa ($t = 12.84$; $p < 0.001$). Esto significa que el incremento observado en el nivel de conocimiento no se debió al azar, sino al efecto directo de la intervención didáctica. El tamaño del efecto fue significativo, lo que refuerza la pertinencia de la estrategia aplicada y su impacto en la formación de los estudiantes.

Tabla 3.

Resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas

Variable evaluada	t	gl	p-valor	Interpretación
Conocimiento	12.84	55	<0.001	Diferencia significativa

Fuente: Los autores (2025)

Actitud de los estudiantes hacia la preservación del ambiente, tras la implementación de la intervención didáctica centrada en el *aprender haciendo*.

Los resultados descriptivos (Tabla 4, Figura 1) muestran que, en la dimensión de conciencia ambiental, los estudiantes pasaron de un promedio de 3.1 ± 0.6 en el pretest a 4.3 ± 0.5 en el postest, con un incremento de +1.2 puntos. Este resultado refleja una mejora sustantiva en la comprensión de la relación entre los procesos químicos y la preservación del ambiente, además de una reducción en la dispersión, lo que indica mayor homogeneidad en las percepciones del grupo. El respeto y amor ambiental mostró un avance de 3.2 ± 0.7 a 4.5 ± 0.4 (+1.3), evidenciando un fortalecimiento del vínculo afectivo con la naturaleza. La disminución de la desviación estándar sugiere que los estudiantes no solo mejoraron en promedio, sino que también se alinearon más en su valoración positiva hacia el entorno.

La responsabilidad fue la dimensión con el cambio más consistente, pasando de 3.3 ± 0.6 a 4.6 ± 0.3 (+1.3). El bajo nivel de dispersión en el postest indica que la mayoría de los estudiantes asumieron un compromiso claro y uniforme frente a la preservación ambiental, consolidando esta actitud como una de las más sólidas tras la intervención. En contraste, la solidaridad y equidad presentó el incremento más bajo, de 3.0 ± 0.7 a 3.9 ± 0.6 (+0.9). Aunque el cambio es



positivo, la variabilidad se mantuvo relativamente alta, lo que sugiere que este valor requiere procesos más prolongados y experiencias colectivas para consolidarse plenamente en la práctica estudiantil. La conservación aumentó de 3.1 ± 0.6 a 4.2 ± 0.5 (+1.1), mostrando una disposición más clara hacia la protección de los recursos naturales. La reducción de la desviación estándar indica mayor estabilidad en las respuestas, lo que refleja que los estudiantes internalizaron la importancia de cuidar los ecosistemas. Finalmente, la sensibilidad pasó de 3.2 ± 0.6 a 4.4 ± 0.4 (+1.2), con una mejora significativa y una menor dispersión en el postest. Esto evidencia que los estudiantes desarrollaron una mayor capacidad de empatía y reacción frente a los problemas ambientales, consolidando un componente afectivo esencial para la acción ecológica.

Tabla 4.

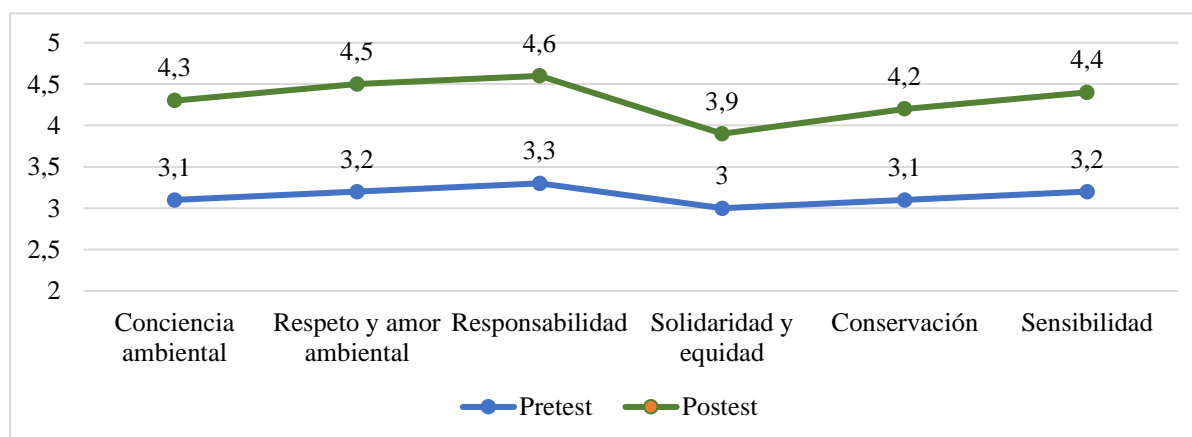
Estadísticos descriptivos de las actitudes hacia la preservación ambiental

Dimensión	Pretest (Media \pm DE)	Postest (Media \pm DE)	Diferencia (Δ)
Conciencia ambiental	3.1 ± 0.6	4.3 ± 0.5	+1.2
Respeto y amor ambiental	3.2 ± 0.7	4.5 ± 0.4	+1.3
Responsabilidad	3.3 ± 0.6	4.6 ± 0.3	+1.3
Solidaridad y equidad	3.0 ± 0.7	3.9 ± 0.6	+0.9
Conservación	3.1 ± 0.6	4.2 ± 0.5	+1.1
Sensibilidad	3.2 ± 0.6	4.4 ± 0.4	+1.2

Fuente: Los autores (2025)

Figura 1.

Comparación pretest-postest de las actitudes hacia la preservación ambiental



Fuente: Los autores (2025)



Los resultados de la Tabla 5 muestran que, en la dimensión de conciencia ambiental, el valor $t = 9.25$ con $p < 0.001$ confirma un cambio significativo y consistente. Los estudiantes lograron comprender mejor la relación entre los procesos químicos y la preservación del ambiente, mostrando un efecto fuerte y homogéneo en el grupo. El respeto y amor ambiental alcanzó un valor $t = 10.12$ ($p < 0.001$), lo que evidencia un fortalecimiento afectivo hacia la naturaleza. La diferencia fue estadísticamente significativa y con efecto fuerte, reflejando que la intervención promovió una valoración más positiva y compartida del entorno.

La responsabilidad fue la dimensión con mayor impacto ($t = 11.48$; $p < 0.001$), mostrando un efecto muy fuerte. Esto indica que los estudiantes asumieron un compromiso claro y uniforme frente a la preservación ambiental, consolidando esta actitud como una de las más sólidas tras la intervención. En contraste, la solidaridad y equidad presentó el valor t más bajo ($t = 2.85$; $p = 0.006$), con un efecto pequeño. Aunque el cambio fue significativo, refleja que este valor requiere procesos más prolongados y experiencias colectivas para consolidarse plenamente en la práctica estudiantil.

La conservación mostró un resultado moderado ($t = 6.74$; $p < 0.001$), confirmando que los estudiantes desarrollaron una mayor disposición a proteger los recursos naturales, aunque con cierta variabilidad en las respuestas. Finalmente, la sensibilidad alcanzó un valor $t = 7.92$ ($p < 0.001$), lo que indica un efecto moderado-fuerte. Los estudiantes demostraron mayor empatía y capacidad de reacción frente a los problemas ambientales, consolidando un componente afectivo esencial para la acción ecológica.

Tabla 5.

Resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas en actitudes hacia la preservación ambiental

Dimensión	t	gl	p-valor
Conciencia ambiental	9.25	55	< 0.001
Respeto y amor ambiental	10.12	55	< 0.001
Responsabilidad	11.48	55	< 0.001
Solidaridad y equidad	2.85	55	0.006
Conservación	6.74	55	< 0.001
Sensibilidad	7.92	55	< 0.001

Fuente: Los autores (2025)



Prácticas sostenibles adoptadas por los estudiantes

Los resultados (Tabla 6) muestran que, en la práctica de separación de residuos, los estudiantes mostraron un avance notable, pasando de 18 participantes en el pretest (32.1%) a 41 en el postest (73.2%), lo que representa un incremento de +41.1%. Este resultado evidencia que la intervención didáctica favoreció la adopción de hábitos más conscientes en el manejo de desechos. El uso racional del agua también presentó un cambio significativo: de 22 estudiantes (39.3%) en el pretest a 45 (80.4%) en el postest, con un incremento de +41.1%. Este comportamiento refleja una mayor sensibilización hacia la importancia de conservar este recurso vital. La reutilización de materiales pasó de 15 estudiantes (26.8%) a 38 (67.9%), con un incremento de +41.1%. Este resultado indica que los estudiantes incorporaron estrategias de aprovechamiento de recursos, disminuyendo la generación de desechos y fomentando la sostenibilidad. Finalmente, la promoción de prácticas sostenibles aumentó de 10 estudiantes (17.9%) a 28 (50.0%), con un incremento de +32.1%. Aunque el cambio fue menor en comparación con las otras prácticas, sigue siendo relevante, pues refleja un mayor compromiso en difundir y motivar la adopción de conductas responsables en su entorno.

Tabla 6.

Estadísticos descriptivos de las prácticas sostenibles adoptadas por los estudiantes

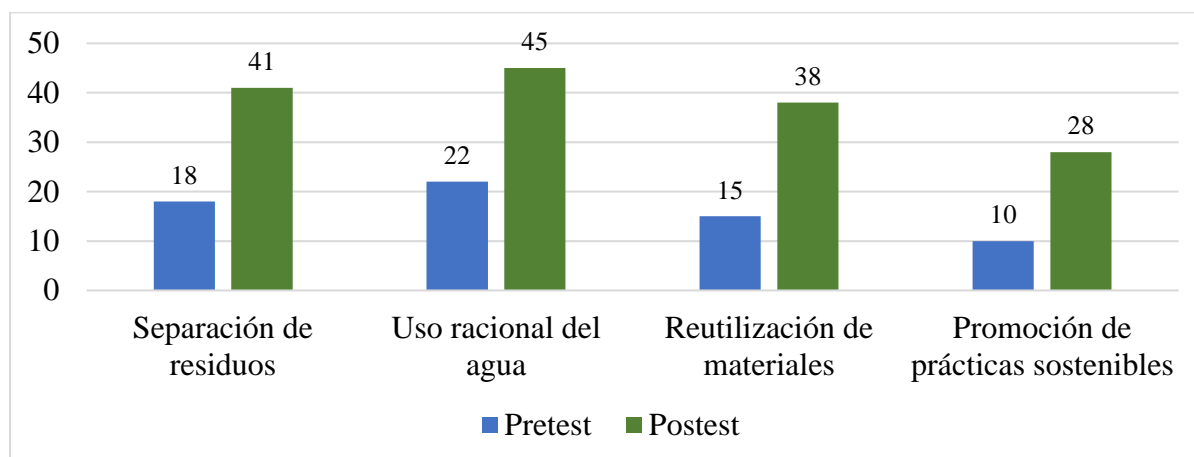
Práctica sostenible	Pretest (f, %)	Postest (f, %)	Δ (%)
Separación de residuos	18 (32.1%)	41 (73.2%)	+41.1
Uso racional del agua	22 (39.3%)	45 (80.4%)	+41.1
Reutilización de materiales	15 (26.8%)	38 (67.9%)	+41.1
Promoción de prácticas sostenibles	10 (17.9%)	28 (50.0%)	+32.1

Fuente: Los autores (2025). Nota: Nota: f = frecuencia absoluta de estudiantes; % = porcentaje respecto al total de la muestra (n = 56). Δ (%) = diferencia porcentual entre pretest y postest.



Figura 2.

Comparación pretest-posttest de las prácticas sostenibles adoptadas por los estudiantes



Fuente: Los autores (2025)

La Tabla 7 muestra los resultados de la prueba Chi-cuadrado aplicada a las prácticas sostenibles adoptadas por los estudiantes, evidenciando las diferencias significativas entre el pretest y el posttest tras la intervención didáctica. En cuanto a la separación de residuos, el valor de $\chi^2 = 15.82$ con $gl = 1$ y $p < 0.001$ confirma una diferencia altamente significativa entre el pretest y el posttest. Este resultado refleja que la intervención didáctica logró un cambio sustancial en la adopción de esta conducta, consolidando la separación como un hábito ambiental prioritario en los estudiantes.

El uso racional del agua obtuvo un valor de $\chi^2 = 14.67$ ($gl = 1$; $p < 0.001$), lo que evidencia un incremento significativo en la práctica de conservación de este recurso vital. La magnitud del cambio muestra que los estudiantes internalizaron la importancia del uso responsable del agua en el contexto escolar y cotidiano. La reutilización de materiales alcanzó un $\chi^2 = 12.76$ ($gl = 1$; $p < 0.001$), confirmando una diferencia estadísticamente significativa. Este resultado indica que los estudiantes incorporaron estrategias de aprovechamiento de recursos, reduciendo la generación de desechos y fortaleciendo la cultura de sostenibilidad. Finalmente, la promoción de prácticas sostenibles presentó un valor de $\chi^2 = 7.92$ ($gl = 1$; $p = 0.005$), también significativo, aunque de menor magnitud en comparación con las otras prácticas. Esto sugiere que, si bien los estudiantes asumieron un rol más activo en difundir conductas responsables, este aspecto requiere procesos más prolongados y experiencias colectivas para consolidarse plenamente.

Tabla 7.

Prueba Chi-cuadrado para prácticas sostenibles

Práctica sostenible	χ^2	gl	p-valor
Separación de residuos	15.82	1	< 0.001
Uso racional del agua	14.67	1	< 0.001
Reutilización de materiales	12.76	1	< 0.001
Promoción de prácticas sostenibles	7.92	1	0.005

Fuente: Los autores (2025). Nota: χ^2 = valor de Chi-cuadrado; gl = grados de libertad; p-valor = nivel de significancia estadística.

Análisis de resultados

Los resultados muestran que los estudiantes lograron una comprensión más profunda de las reacciones químicas relacionadas con la preservación ambiental, lo cual evidencia que la intervención didáctica favoreció la construcción de aprendizajes significativos. Este avance se traduce en una mayor capacidad para vincular procesos químicos con problemáticas ambientales concretas, como la contaminación del agua, la degradación de materiales y la generación de residuos.

La literatura señala que el conocimiento químico cobra sentido cuando se contextualiza en situaciones de la vida cotidiana y en desafíos socioambientales, pues ello permite que los estudiantes comprendan la ciencia como una herramienta para la sostenibilidad (Caballero, 2017). Asimismo, se reconoce que la enseñanza de la química vinculada a la preservación ambiental fomenta competencias transversales, como el pensamiento crítico y la toma de decisiones responsables. Los resultados sugieren que los estudiantes lograron superar una visión fragmentada de los contenidos, integrando saberes científicos con valores ambientales, lo que coincide con propuestas pedagógicas que destacan la necesidad de una educación científica orientada hacia la sostenibilidad (Mallart y Mallart, 2025).

La actitud de los estudiantes hacia la preservación ambiental mostró avances significativos en todas sus dimensiones, confirmando el efecto positivo de la intervención didáctica. La mejora



en la conciencia ambiental coincide con lo señalado por López y Aguirre (2025), quienes sostienen que los programas de educación ambiental generan un impacto positivo en la comprensión de los estudiantes sobre la importancia de los recursos naturales y promueven actitudes sostenibles. En cuanto al respeto y amor ambiental y la responsabilidad, Arteaga et al. (2019), señalan que la formación ambiental en secundaria fomenta valores de respeto hacia la naturaleza y compromisos más consistentes en la práctica cotidiana. La solidaridad y equidad, aunque con menor incremento, se vinculan con la necesidad de fortalecer la perspectiva colectiva y la justicia ambiental. Según Quintero y Solano (2023), la educación ambiental no solo debe enfocarse en la conciencia individual, sino también en la construcción de actitudes solidarias frente al cambio climático.

En cuanto a las practicas sostenibles adoptadas por los estudiantes, los resultados evidencian que la intervención didáctica favoreció la incorporación de prácticas sostenibles en la vida escolar de los estudiantes. La separación de residuos se consolidó como una de las acciones más relevantes, mostrando que los estudiantes lograron reconocer la importancia de clasificar los desechos para reducir el impacto ambiental. Este hallazgo coincide con lo planteado por López y Rodríguez (2022), quienes destacan que la educación ambiental en contextos escolares fortalece la cultura del reciclaje y la gestión responsable de residuos.

El uso racional del agua también mostró un avance significativo, reflejando una mayor conciencia sobre la necesidad de preservar este recurso vital; por otra parte, la reutilización de materiales se convirtió en una práctica extendida, lo que sugiere que los estudiantes internalizaron estrategias de aprovechamiento de recursos y reducción de desechos. Finalmente, la promoción de prácticas sostenibles mostró un incremento moderado, lo que indica que los estudiantes asumieron un rol más activo en la difusión de conductas responsables, aunque este aspecto requiere procesos más prolongados para consolidarse. Según Parga y Piñeros (2018), la enseñanza contextualizada de la química permite que los estudiantes comprendan la relación entre los procesos naturales y las prácticas humanas, generando actitudes más responsables frente al consumo de agua.

Discusión

La estrategia didáctica centrada en el aprender haciendo sobre las reacciones químicas en la preservación del ambiente favoreció tanto el nivel de conocimiento como la actitud y las



prácticas sostenibles de los estudiantes. Se evidencia una relación clara entre el aprendizaje significativo y la transformación de conductas, lo que permite generalizar que la enseñanza de la química, cuando se vincula con problemas socioambientales, tiene un impacto directo en la formación de ciudadanos responsables y comprometidos con la preservación del entorno. Si bien todas las dimensiones mostraron mejoras significativas, se identificaron excepciones en la solidaridad y equidad y en la promoción de prácticas sostenibles, cuyos incrementos fueron más moderados. Esto indica que la internalización de valores colectivos y la difusión activa de conductas responsables requieren procesos más prolongados y experiencias comunitarias que trasciendan el espacio escolar.

Los resultados de la investigación concuerdan con los hallazgos de Alzate (2018), en cuanto a la eficacia de las estrategias didácticas activas y contextualizadas para favorecer el aprendizaje de las reacciones químicas y el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de educación media. En ambos estudios se evidencia que los estudiantes que inicialmente se encontraban en niveles bajos de desempeño lograron avanzar en la conciencia ambiental, mostrando cambios conceptuales favorables. Asimismo, el trabajo de Bárcena y Martínez (2022), destaca que el aprendizaje se fortalece cuando los estudiantes participan activamente en procesos de exploración, representación y explicación de fenómenos químicos; ambos estudios coinciden en que el abordaje de las reacciones químicas debe trascender la enseñanza tradicional y situarse en un marco de contextualización y acción práctica.

En el plano teórico, la investigación aporta evidencia sobre la pertinencia de integrar la enseñanza de la química con la educación ambiental, confirmando que los contenidos científicos pueden convertirse en herramientas para la sostenibilidad. En el plano práctico, los resultados sugieren que las instituciones educativas pueden implementar estrategias similares para promover cambios reales en las actitudes y prácticas de los estudiantes, contribuyendo a la formación de una ciudadanía ambientalmente responsable. Además, la consolidación de hábitos como la separación de residuos y el uso racional del agua puede extenderse a la comunidad, generando un efecto multiplicador.

En suma, la investigación demuestra que la intervención didáctica aplicada tuvo un impacto positivo en el conocimiento, la actitud y las prácticas sostenibles de los estudiantes. Aunque se identificaron excepciones y aspectos que requieren mayor profundización, los resultados confirman la relevancia de vincular la enseñanza de química con la preservación ambiental.



Conclusiones

La implementación de la estrategia didáctica centrada en el aprender haciendo produjo un impacto significativo en los estudiantes, tanto en el plano cognitivo como en el actitudinal. En el nivel de conocimiento sobre las reacciones químicas vinculadas a la preservación ambiental, se evidenció un incremento sustancial en las puntuaciones, acompañado de una reducción en la dispersión, lo que indica que los aprendizajes fueron más sólidos y homogéneos en el grupo. Los estudiantes lograron comprender de manera más profunda la relación entre los procesos químicos y la sostenibilidad, consolidando saberes aplicables a la vida cotidiana y al cuidado de los ecosistemas.

En cuanto a la actitud hacia la preservación del ambiente, los resultados mostraron mejoras diferenciadas en todas las dimensiones evaluadas. Valores como la responsabilidad, el respeto y amor ambiental, la conciencia y la sensibilidad se fortalecieron de manera notable, reflejando un compromiso más claro y compartido con la sostenibilidad. Aunque la solidaridad y equidad presentaron un avance más moderado, el conjunto de dimensiones confirma que la intervención no solo transformó la comprensión cognitiva, sino que también generó cambios afectivos y conductuales orientados al cuidado del entorno.

La intervención didáctica favoreció la adopción de prácticas sostenibles entre los estudiantes, con incrementos significativos en la separación de residuos, el uso racional del agua y la reutilización de materiales, así como en la promoción de conductas responsables. La prueba de Chi-cuadrado confirmó que estos cambios no fueron producto del azar, sino consecuencia directa de la estrategia aplicada, consolidando la pertinencia del enfoque de aprender haciendo para transformar actitudes en acciones concretas de sostenibilidad.

Referencias bibliográficas

Arteaga, J., Zárate, R. y Zuñiga, H. (2019). Actitudes hacia la conservación ambiental en estudiantes de una institución educativa secundaria. *Horizonte de la Ciencia*, 9(16). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570969003006>.

Alzate, F. (2018). *Situación didáctica como estrategia en el abordaje de las reacciones químicas para facilitar el aprendizaje de las competencias científicas en el grado*



- décimo. Trabajo de grado para optar por el título de Maestría en Educación. Universidad ICESI. Colombia.
- Bárcena, A. y Martínez, M. (2022). Indagar sobre las reacciones químicas y desarrollo de la competencia científica. *Revista de investigación y Experiencias didácticas*, 40(2), 5–23. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3409>.
- Caballero, C. (2017). Las demandas de la educación química en la actualidad. *Varona*, (65). <https://www.redalyc.org/journal/3606/360657469009/html/>
- Chan, C., Agraz, C., Pérez, R. y Gutiérrez J. (2022). *Química Ambiental*. México: ECORFAN. https://www.researchgate.net/publication/366319225_Quimica_Ambiental.
- Calderón J, Lara A, Campoverde J. (2025). *Hacia un Futuro Sostenible: Políticas y Perspectivas de Energías Alternativas*. Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations, 3. <https://doi.org/10.56294/p>
- Espinoza, A. (2023). El papel de la educación ambiental en la formación de ciudadanos conscientes. *Nexus Research Journal*, 2(2), 4–12. <https://doi.org/10.62943/nrj.v2n2.2023.11>
- Gonzales, P. (2023). *La química verde en el campo científico y en la conciencia escolar*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2024/hdl_10803_691088/pjgg1de1.pdf
- González, V. y Yanacallo, W. (2020). “Aprender haciendo”: Aplicación de la metodología por ambientes de aprendizaje. *Polo del Conocimiento*, 5(7) 188-208. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7518058.pdf>.
- Kubus, R. y González, T. (2021). Ciencia Ciudadana. Hagámosla juntos. *En Ciencia en Sociedad. Reflexiones en el marco de su relación bidireccional*. Asociación Española para el Avance de la Ciencia (AEAC). <https://www.researchgate.net/publication/368275282>.
- López, M. (2024). Ácidos y Bases. *Boletín Científico de la Escuela Preparatoria*, 4 12(24), 25–26. <https://doi.org/10.29057/prepa4.v12i24.12820>.



- López, M. y Aguirre, J. (2025). Educación ambiental en estudiantes de nivel primaria: una revisión sistemática. *Revista InveCom*, 6(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.15354213>.
- López, M. y Rodríguez, M. (2022). Educación ambiental y gestión de residuos sólidos: Un estudio en el nivel básico superior de Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 7(11). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9263488.pdf>.
- Mallart, J. y Mallart, A. (2025). Ecopedagogía para un currículum humanista: sostenibilidad y decrecimiento. En *Educacion para la sostenibilidad*. Barcelona: Octaedro. <https://rua.ua.es/bitstream/10045/150922/1/Educacion-para-la-sostenibilidad.pdf>
- Martin, C. (2021). *Enseñanza de las reacciones de combustión en el contexto de la vida cotidiana*. Trabajo de Fin de Máster. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/>.
- Mosquera, C. y Ospina, B. (2023). La didáctica y el desarrollo del pensamiento crítico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Innova Research Journal*, 8(3.1), 96-112. <https://doi.org/10.33890/>
- Mota, R. (2011). *Química del Medio Ambiente. Una aproximación práctica*. Universidad de Granada. https://www.ugr.es/~mota/Quimica_Medio_Ambiente.html.
- Pájaro, N. y Olivero, J. (2011). Química verde: un nuevo reto. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21 (2), 169-182. <http://www.scielo.org.co/scielo>.
- Parga, D. y Piñeros, G. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educación Química*, 29(1): 55-64. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404>
- Quintero, C. y Solano, J. (2023). Educación ambiental en cambio climático, una tarea desde la primera infancia. *Educación y Educadores*, 26 (2). <https://doi.org/10.5294/edu.2023.26.2.2>
- Raviolo, A., Garritz, A., Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (3): 240-254. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92019747002.pdf>.



Robles, N., Dutasaca, M., Martínez, M., y Llumiguano, B. (2024). El ambiente como laboratorio en el aprendizaje de las Ciencias Naturales a nivel de Educación Básica. *Revista Social Fronteriza*, 4(2). [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(2\)256](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(2)256)

Rodríguez, L. y Velásquez, L. (2017). La sensibilización ambiental: Un cambio de vida en pro del cuidado del medio ambiente. *Perspectivas*, (7) 26-33. <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Pers/article/download/1591/1533/4169>.

Stancin, H., Mikulcic, H., Wang, X. y Duic, N. (2020). Una revisión sobre combustibles alternativos en el futuro sistema energético. *Reseñas de energía renovable y sostenible*, 128. <https://www.researchgate.net/publication/341681937>.

Torres, D., (2003). El papel de los microorganismos en la biodegradación de compuestos tóxicos. *Ecosistemas*, 12(2),1-5. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54012219>.



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

