

ORIGINAL ARTICLE

Interdisciplinary didactic sequence to Strengthen environmental education in High School students***Secuencia didáctica interdisciplinaria para fortalecer la educación ambiental en estudiantes de bachillerato***Erika Vanessa Zambrano Zambrano¹  , Juan Manuel Vera Delgado²  
y Maritza Irinuska Ureta Zambrano²  ¹Unidad Educativa Colón Arteaga García, Ecuador.²Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Citar como: Zambrano Zambrano, E.V., Vera Delgado, J.M. & Ureta Zambrano, M.I. (2025). Interdisciplinary didactic sequence to Strengthen environmental education in High School students. *Revista San Gregorio*, 1(63), 60-66. <http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v1i63.3609>

Received: 23-04-2025

Accepted: 22-08-2025

Published: 30-09-2025

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the impact of an interdisciplinary didactic sequence on strengthening environmental education, particularly in the understanding of chemical processes related to climate change among high school students at Unidad Educativa Colón Arteaga García, located in the parish of Ricaurte, Chone canton, Manabí province, Ecuador. A quasi-experimental pretest-posttest design without a control group was adopted, following a mixed-methods approach, and applying structured questionnaires and Likert-type scales to an intentional sample of 60 Chemistry students during the 2024-2025 academic year. Data were processed using Python, employing statistical tests and graphical representations. The results revealed significant improvements in the comprehension of greenhouse gases, chemical reactions associated with climate change, and the identification of mitigation alternatives. Likewise, student perception showed a predominantly positive acceptance of the applied methodology, highlighting the value of practical, experimental, and multimedia activities. These findings confirm that interdisciplinarity strengthens environmental literacy, fosters meaningful learning, and contributes to the formation of critical and responsible citizens in the face of current socio-environmental challenges.

Keywords: Environmental education; didactic sequence; interdisciplinarity; chemistry teaching.

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de una secuencia didáctica interdisciplinaria en el fortalecimiento de la educación ambiental, particularmente en la comprensión de los procesos químicos vinculados al cambio climático en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Colón Arteaga García, ubicada en la parroquia Ricaurte del cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador. Se adoptó un diseño cuasi-experimental pretest-posttest sin grupo control, con enfoque mixto, aplicando cuestionarios estructurados y escalas tipo Likert a una muestra intencional de 60 estudiantes de la asignatura Química durante el período académico 2024-2025. Los datos fueron procesados en Python, utilizando pruebas estadísticas y representaciones gráficas. Los resultados muestran mejoras significativas en la comprensión de los gases de efecto invernadero, las reacciones químicas vinculadas al cambio climático y la identificación de alternativas de mitigación. Asimismo, la percepción estudiantil evidenció una aceptación mayoritariamente positiva hacia la metodología aplicada, resaltando el valor de actividades prácticas, experimentales y multimedia. Estos hallazgos confirman que la interdisciplinaria fortalece la alfabetización ambiental, promueve aprendizajes significativos y contribuye a la formación de ciudadanos críticos y responsables frente a los desafíos socioambientales actuales.

Palabras clave: Educación ambiental; secuencia didáctica; interdisciplinaria; química.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la educación ambiental se enfrenta a retos considerables ante la progresiva degradación de los ecosistemas, consecuencia de un modelo de desarrollo caracterizado por la explotación intensiva de los recursos naturales en detrimento de la sostenibilidad. Esta situación ha generado una desconexión entre la sociedad y los ecosistemas, que ha agravado la crisis climática global. En este contexto, es urgente configurar los modelos educativos de modo que favorezcan la toma de conciencia sobre la interdependencia entre los seres humanos y el medio ambiente (Hueso & Sánchez, 2019; Pérez et al., 2021).

La educación ambiental debe convertirse en un eje transversal del sistema educativo, que promueva la gestión responsable de los recursos, la prevención de desastres y la mejora de la calidad de vida. Para ello, resulta indispensable adoptar metodologías interdisciplinarias que integren conocimientos de diferentes áreas, como la química, la biología y la tecnología, permitiendo abordar problemas ambientales desde múltiples dimensiones (Mazamba & Cuero, 2020; Gonzáles, 2023). A su vez, estas estrategias deben potenciar en los estudiantes habilidades críticas y reflexivas, indispensables para enfrentar los desafíos socioambientales actuales (Aldaz et al., 2021).

A pesar del reconocimiento de la urgencia ambiental, la integración de la llamada “Ciencia Verde” en los currículos educativos sigue siendo insuficiente, lo cual limita el desarrollo de una ciudadanía ambientalmente informada y comprometida (Ojeda Solarte, 2024). Autores como Espejel & Castillo (2019) y Gomes et al. (2020) coinciden en la necesidad de fortalecer la alfabetización climática desde las instituciones educativas, según las características locales y a los problemas específicos del entorno.

Una secuencia didáctica interdisciplinaria es un conjunto organizado y planificado de actividades de enseñanza-aprendizaje que se desarrolla de manera progresiva, con el propósito de abordar un tema o problema desde la integración de dos o más disciplinas. Este artículo presenta una propuesta de secuencia didáctica interdisciplinaria diseñada para fortalecer la educación ambiental desde la enseñanza de la química, con énfasis en el fenómeno del calentamiento global. La propuesta integra experimentos, investigaciones guiadas y análisis de casos, que favorecen el aprendizaje de los estudiantes mediante el vínculo entre teoría y práctica.

La experiencia fue aplicada en la Unidad Educativa Colón Arteaga García, ubicada en la parroquia Ricaurte del cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador. Las actividades se diseñaron considerando el contexto institucional, los recursos disponibles y las características sociales y ambientales de la comunidad educativa.

Se partió de la hipótesis de que este enfoque pedagógico contribuye a mejorar tanto el rendimiento académico como la conciencia ambiental de los estudiantes, tal como lo proponen Boada & Escalona (2005), Nuñez et al. (2021) y Parga & Piñeros (2018).

El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de una secuencia didáctica interdisciplinaria en el fortalecimiento de la educación ambiental, particularmente en la comprensión de los procesos químicos vinculados al cambio climático en estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Colón Arteaga García.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con predominio cuantitativo y un componente cualitativo de apoyo. Se adoptó un diseño cuasi-experimental *pretest-postest* sin grupo control, orientado a evaluar el impacto de una secuencia didáctica interdisciplinaria sobre el aprendizaje de contenidos relacionados con el calentamiento global.

Población y muestra

La población estuvo conformada por estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Colón Arteaga García, especialidad Ciencias. La muestra incluyó a 60 estudiantes de 1º a 3º nivel de Bachillerato, seleccionados de manera intencional por su participación en la asignatura Química durante el periodo académico 2024-2025.

Instrumentos

Se diseñó un cuestionario estructurado de 10 ítems de opción múltiple, orientados a indagar los conocimientos de los estudiantes en tres ejes fundamentales: (i) las causas del calentamiento global, (ii) la relación entre las reacciones químicas y la emisión de gases de efecto invernadero, y (iii) las posibles estrategias de mitigación. El cuestionario fue aplicado en dos momentos: antes de la implementación de la secuencia didáctica (*pretest*) y posteriormente a su desarrollo (*postest*), con el propósito de identificar cambios en el nivel de conocimiento de los estudiantes.

Complementariamente, para valorar la satisfacción de los participantes respecto al programa, se administró una encuesta de percepción. Esta incluyó ítems medidos mediante una escala tipo Likert de cinco niveles, diseñada para captar actitudes hacia la metodología implementada. De acuerdo con Morales et al. (2016), este

tipo de escala posibilita cuantificar percepciones cualitativas y analizarlas estadísticamente. En el presente estudio, la categorización de valores fue la siguiente:

- 1 y 2: percepción positiva
- 3: neutralidad
- 4 y 5: percepción negativa

Validación de instrumentos

El cuestionario fue sometido a juicio de expertos, contando con la revisión de 10 especialistas en didáctica de las ciencias y educación ambiental, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems con los objetivos del estudio. Asimismo, se llevó a cabo una prueba piloto con un grupo reducido de estudiantes, lo que permitió verificar la comprensibilidad de las preguntas y realizar ajustes menores.

Consideraciones éticas

Previo a la aplicación, se obtuvo el consentimiento informado de los estudiantes y sus representantes legales, se les aseguró la confidencialidad de los datos recolectados, participación voluntaria y el respeto a los principios éticos de la investigación educativa.

Procedimiento

Fase 1. Aplicación del pretest

Se aplicó el cuestionario inicial para determinar el nivel de conocimientos de los estudiantes. Los ítems evaluaron aspectos básicos y aplicados del calentamiento global, como las reacciones químicas de combustión, la fotosíntesis y la formación de compuestos ácidos a partir de óxidos.

Fase 2. Implementación de la secuencia didáctica

La propuesta combinó contenidos de Química y Educación Ambiental, tal como se describe en la tabla 1, que incluyó investigación multimedia, experimentación en laboratorio, análisis de noticias recientes y resolución de ejercicios de balanceo químico. Asimismo, se promovió la discusión grupal y la elaboración de presentaciones sobre fuentes de gases de efecto invernadero. Además, se desarrollaron sesiones de capacitación con explicación de contenidos, prácticas de laboratorio y participación de los estudiantes.

Tabla 1. Componentes de la secuencia didáctica propuesta.

Área	Contenido	Duración	Actividades
Educación Ambiental	Introducción al calentamiento global	1 período (40 min)	Observación y análisis de material multimedia sobre el efecto invernadero.
Química	Energía	—	—
Educación Ambiental	La química de los gases de efecto invernadero	2 períodos (80 min)	Investigación sobre grupos funcionales y experimento sobre absorción de calor por CO ₂ .
Química	Moléculas y energía molecular	—	—
Educación Ambiental	Fuentes de gases de efecto invernadero	3 períodos (120 min)	Balanceo de ecuaciones de combustión; análisis de casos industriales; presentación de fuentes de emisión.
Química	Reacciones químicas	—	—
Educación Ambiental	Impactos del calentamiento global	2 períodos (80 min)	Exposición interactiva y análisis de noticias recientes.

Fase 3. Aplicación del postest

Finalizada la secuencia didáctica, se administró nuevamente el cuestionario inicial para medir los aprendizajes adquiridos y contrastarlos con los resultados del pretest.

Análisis de datos

Los datos se procesaron en Python, utilizando las librerías Pandas, Scipy y Matplotlib. El análisis incluyó: Estadísticos descriptivos (medias, desviaciones estándar, mínimos, máximos). Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Prueba t de Student para muestras relacionadas y, de manera complementaria, la prueba de Wilcoxon. Cálculo de medias ponderadas en los ítems de la escala Likert. Representación gráfica mediante boxplots y diagramas de barras para visualizar la evolución del aprendizaje y las percepciones estudiantiles.

RESULTADOS

Resultados del cuestionario de conocimientos

Con la finalidad de determinar el impacto de una intervención didáctica, se aplicaron instrumentos de medición antes (pretest) y después (postest) de la implementación. Como muestra la tabla 2 la prueba de normalidad determinó una distribución normal para el pretest ($p = 0.128$), y no normal para el postest ($p = 0.00016$). La prueba *t de Student* para muestras relacionadas mostró una diferencia significativa entre ambas mediciones ($t = 21.56$, $p < 0.001$), indicando una mejora estadísticamente relevante en el rendimiento tras la intervención didáctica.

Tabla 2. Ponderaciones Pretest y Postest.

Medida estadística	Pretest	Postest
Media	5.88	8.37
Desviación estándar	1.84	1.13
Calificación mínima	2	6
Calificación máxima	10	10
Rango intercuartílico (RI)	5 - 7	7.75 - 9

La figura 1 de caja (boxplot) mostró que las calificaciones del postest se concentraron más cerca del valor máximo, con menor dispersión y ausencia de valores atípicos. Esto sugiere una mejora homogénea del desempeño entre los estudiantes.

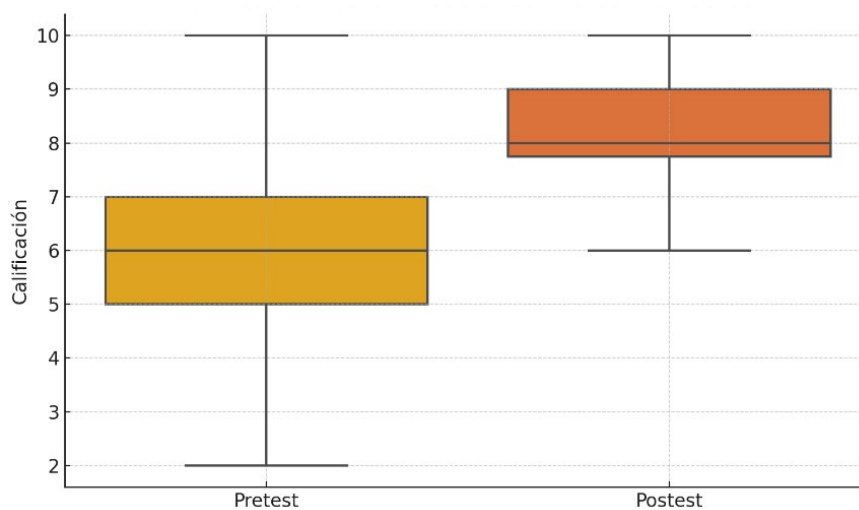


Figura 1. Distribución de las Calificaciones Pretest y Postest.

En relación con el desempeño académico la comparación entre *pretest* y *postest* mostró una mejora clara en el rendimiento de los estudiantes tras la implementación de la secuencia didáctica interdisciplinaria. En el *postest*, las calificaciones se concentraron en valores más altos y con menor dispersión, lo que indica un

aprendizaje más uniforme entre los participantes, lo cual sugiere que la propuesta influyó positivamente en la comprensión de conceptos relacionados con el calentamiento global y sus fundamentos químicos.

Resultados del cuestionario de satisfacción

Los resultados muestran que la mayoría de las respuestas se concentraron en los niveles 1 y 2, lo cual indica una tendencia predominantemente positiva hacia la experiencia de aprendizaje. Esta apreciación se corrobora con las medias ponderadas de cada ítem, que se ubicaron en un rango estrecho entre 1.86 y 2.23, que evidencia consistencia en la percepción favorable de los estudiantes. En la tabla 3 se presentan los datos obtenidos a partir de esta escala de valoración.

Tabla 3. Resultados de la encuesta de satisfacción según escala de Likert.

Ítem	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Media ponderada	Tendencia
1	25	25	5	3	2	2.01	Positiva clara
2	29	20	8	2	1	1.98	Positiva clara
3	30	24	5	1	0	1.86	Positiva clara
4	28	22	6	3	1	2.00	Positiva clara
5	27	21	7	4	1	2.08	Positiva moderada
6	26	23	6	3	2	2.11	Positiva moderada
7	24	22	6	5	1	2.23	Ligeramente positiva / neutral
8	29	21	5	3	1	1.98	Positiva clara
9	28	23	4	2	2	2.00	Positiva clara
10	30	24	5	1	0	1.86	Positiva clara

Nota. Los niveles 1 a 5 corresponden a los valores de la escala tipo Likert.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio han mostrado que la secuencia didáctica interdisciplinaria apoyadas en prácticas experimentales y recursos audiovisuales, puede contribuir al aprendizaje de los estudiantes. Estas derivaciones se alinean con lo planteado por Haché et al. (2023), quienes destacan que las propuestas didácticas orientadas a problemas ambientales mejoran la conciencia ecológica.

En el plano actitudinal, la valoración positiva del alumnado refuerza la importancia de metodologías activas y experienciales. Tal como señalan Morote & Olcina (2022), el abordaje del cambio climático en la escuela requiere de propuestas contextualizadas que favorezcan la motivación y el pensamiento crítico. En este estudio, el uso de prácticas experimentales y el análisis de noticias ambientales contribuyó a generar interés y compromiso, coherente con lo reportado en investigaciones previas.

La percepción de claridad en los objetivos de las actividades y la sensación de que la voz estudiantil fue considerada refuerzan la pertinencia de enfoques centrados en el estudiante. Este aspecto guarda relación con lo planteado por Acosta Collazo (2023), quien resalta que las estrategias basadas en la participación fortalecen la construcción del conocimiento ambiental.

Además, la intervención respondió al llamado de Calixto Flores (2021) en cuanto a integrar las representaciones sociales y culturales del alumnado en el aprendizaje del cambio climático. Situar la propuesta en un contexto cercano a los estudiantes permitió vincular los contenidos científicos con la realidad socioambiental de su entorno inmediato, lo que potenció la relevancia de la experiencia.

Finalmente, los hallazgos coinciden con lo señalado por García-Vinuesa et al. (2021), quienes destacan la necesidad de enfoques innovadores en la educación ambiental de secundaria. Este estudio aporta evidencia de que la combinación de prácticas experimentales, recursos tecnológicos y problemáticas reales favorece la alfabetización científica y ambiental, incrementando la conciencia crítica del estudiantado frente al cambio climático.

CONCLUSIONES

La investigación evidenció que la secuencia didáctica interdisciplinaria diseñada cumplió con la finalidad de fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre el calentamiento global y sus fundamentos químicos. Más allá de la adquisición de conocimientos, la propuesta favoreció la integración de contenidos ambientales y científicos en un mismo proceso de aprendizaje, mostrando la pertinencia de enfoques activos y contextualizados. Asimismo, la percepción estudiantil reveló que la metodología aplicada fue clara, dinámica

y motivadora, especialmente en las actividades que combinaron experimentación y análisis de materiales multimedia, generando un ambiente de participación comprometido y valorado positivamente.

El estudio destaca la relevancia de incorporar la educación ambiental como eje transversal en la enseñanza de las ciencias, al potenciar tanto el desarrollo de competencias cognitivas como la sensibilización frente a problemas globales. La interdisciplinariedad se confirma como una estrategia idónea para abordar fenómenos complejos desde distintas perspectivas. No obstante, se reconoce como limitación la ausencia de un grupo de control en el diseño cuasi-experimental, lo que restringe la posibilidad de comparación con otras metodologías; futuras investigaciones podrían ampliar la muestra, diversificar contextos de aplicación y explorar el uso de tecnologías emergentes que fortalezcan la interacción y la reflexión de los estudiantes.

REFERENCIAS

- Acosta Collazo, F. J. (2023). *Estrategia de aprendizaje y retos de la educación sobre el cambio climático en el bachillerato de la UAA*. *DOCERE, Revista de Didáctica y Práctica Docente*, 10(2), 45-59. <https://revistas.uaa.mx/index.php/docere/article/view/4223>
- Aldaz, N., Ladino, G., Paronyan, H., Bejas-Monzant, & Maigualida. (2021). Enseñanza de la educación ambiental para el desarrollo sostenible en el Ecuador. *Polo del conocimiento*, 6(6), 820-832. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2789>
- Boada, D., & Escalona, J. (2005). *Enseñanza de la educación ambiental en el ámbito mundial*. *Educere Revista Venezolana de Educación*, 9(30), 317-322. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35603006.pdf>
- Calixto Flores, R. (2021). *Propuesta en educación ambiental para la enseñanza del cambio climático*. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 22(2), 83-99. <https://revistas.umce.cl/index.php/dialogoseducativos/article/view/1019>
- Espejel, A., & Castillo, I. (2019). *Educación ambiental en el bachillerato: De la escuela a la familia*. *Alteridad*, 14(2), 231-242. <https://doi.org/10.17163/alt.v14n2.2019.07>
- García-Vinuesa, A., Meira-Carrea, P. Á., & Caride-Gómez, J. A. (2021). *La educación para el cambio climático y los estudiantes de educación secundaria: Metasíntesis (1993-2017)*. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 22, e31358. <https://doi.org/10.14201/eks.31358>
- Gomes, R., Barreto, A., & Da Silva, E. (2020). Impactos das mudanças climáticas no bioma Caatinga na percepção dos professores da rede pública municipal de General Sampaio - Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 35, 397-405. <https://doi.org/10.1590/0102-7786353002>
- González, S. G. (2023). Normativa legal y currículo académico hacia la educación ambiental: Caso Universidad Central del Ecuador. *Innova Educa*, 3, 30-56. https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/26841/02-Garcia_Gonzalez.%20Revista%20Innova%20Educa.pdf
- Haché, J., Candelario, D., & Tapia, F. (2023). Unidad didáctica para mejorar la enseñanza-aprendizaje sobre el cambio climático y su concienciación en estudiantes de Secundaria. *Revista de Investigación y Evaluación Educativa*, 7(1), 100-118. <https://revie.gob.do/index.php/revie/article/view/146>
- Hueso, H. O., & Sánchez, A. L. (2019). La educación ambiental desde la interdisciplinariedad en la Educación Básica Secundaria. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 17-25. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/255>
- Mazamba, L. M., & Cuero, M. K. (2020). *Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza del ciclo del carbono que integre conocimientos de química, física, biología y educación ambiental a través de un enfoque interdisciplinar* [Tesis de licenciatura, Universidad del Valle Sede Pacífico]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/e6ff068e-a7c3-400f-aa2f-861d47f745c6>
- Morales, N., Sequeira, N., Prendas, T., & Zúñiga, K. (2016). *Escala de Likert: Una herramienta económica*. https://www.academia.edu/download/50710763/La_escaladeLikertunaherramientaeconomica.pdf

- Morote Seguido, Á. F., & Olcina Cantos, J. (2022). La importancia de la enseñanza del cambio climático. Propuestas didácticas para la Geografía escolar. *Estudios Geográficos*, 83(296), e1054. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.202296.004>
- Núñez, G. L., Paronyan, H., & Bejas, M. (2021). Enseñanza de la educación ambiental para el desarrollo sostenible en el Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 6(6), 821-832. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8017008>
- Ojeda Solarte, M. L. (2024). *Desafíos y oportunidades para la popularización de la Ciencia Verde en Latinoamérica y el Caribe*. *Journal Boliviano de Ciencias*, 81-93. <https://doi.org/10.52428/20758944.v20i56.1210>
- Parga, D. L., & Piñeros, G. Y. (2018). *Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados*. *Educación Química*, 29(1), 55-64. <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v29n1/0187-893X-29-01-55.pdf>
- Pérez, D., Bosque, R., & Tornos, E. (2021). Educación ambiental mediante tecnologías de la información y la comunicación en San Vicente, El Salvador. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 4, e056. <https://doi.org/10.46380/rias.vol4.e056>

Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Contribución de los autores:

Erika Vanessa Zambrano Zambrano, Juan Manuel Vera Delgado y Maritza Irinuska Ureta Zambrano: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, validación, visualización, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición.

Descargo de responsabilidad/Nota del editor:

Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente de los autores y contribuyentes individuales y no de Revista San Gregorio ni de los editores. Revista San Gregorio y/o los editores renuncian a toda responsabilidad por cualquier daño a personas o propiedades resultantes de cualquier idea, método, instrucción o producto mencionado en el contenido.