Research Club Scientia Vol. 4, No 4
Frecuencia: Octubre - Diciembre
ISSN: 3103 - 1315
DOI: https://doi.org/10.65415/42jpnt56

Secuencias didácticas sobre cambio climático y conciencia ecológica en estudiantes de segundo de bachillerato: un estudio cuasiexperimental

Didactic sequences on climate change and ecological awareness in second-year high school students: a quasi-experimental study

Sequenze didattiche sul cambiamento climatico e coscienza ecologica negli studenti del secondo anno della scuola secondaria superiore: uno studio quasi-sperimentale

Jandry Darío Villano Maza[1]
Email: jvillanom@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-8501-4881

Rodrigo José Pazmiño Pérez[2]
Email: rpazminop2@unemi.edu.ec
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9507-6865

Correspondencia: Rodrigo José Pazmiño Pérez[2] **Email:** rpazminop2@unemi.edu.ec

Artículo de investigación

* **Recibido:** 14-11-2026 * **Aceptado:** 16-11-2026 * **Publicado:** 21-11-2026

1. Facultad de Posgrados, Escuela de Educación, Maestría en Educación de Bachillerato con mención en Ciencias Naturales, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.
2. Facultad de Posgrados, Escuela de Educación, Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

Resumen

El cambio climático plantea a la escuela el reto de formar estudiantes que comprendan sus causas y efectos y que estén dispuestos a actuar frente a ellos. Este estudio determinó el efecto de secuencias didácticas de Biología sobre cambio climático en la conciencia ecológica de estudiantes de segundo de Bachillerato. Se empleó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y alcance explicativo, con diseño cuasiexperimental de pretest y postest y grupo de control no equivalente. Participaron los 43 estudiantes de segundo de Bachillerato de la Unidad Educativa Paltas, provincia de Loja: el grupo experimental (n = 21) desarrolló cuatro secuencias didácticas centradas en las causas, los efectos locales, la mitigación y la adaptación al cambio climático, y el grupo de control (n = 22) recibió la enseñanza habitual. La conciencia ecológica se midió con un cuestionario de 25 ítems tipo Likert organizado en las dimensiones cognitiva, afectiva, conativa y activa (α = 0,93). En el pretest los grupos fueron equivalentes (p = 0,972). En el postest, el grupo experimental obtuvo una media de 90,62 frente a 77,68 del grupo de control, con una diferencia estadísticamente significativa (t = 4,02, p < 0,001) y un tamaño del efecto grande (d = 1,23); el mayor cambio se observó en la dimensión cognitiva.

Palabras clave: cambio climático, conciencia ambiental, educación ambiental, enseñanza de la biología, secuencia didáctica

Abstract

Climate change challenges schools to educate students who understand its causes and effects and who are willing to act on them. This study determined the effect of Biology didactic sequences on climate change on the ecological awareness of second-year high school students. A quantitative, applied and explanatory approach was used, with a quasi-experimental pretest-posttest design and a non-equivalent control group. Participants were the 43 second-year high school students of Unidad Educativa Paltas, Loja province, Ecuador: the experimental group (n = 21) completed four didactic sequences on the causes, local effects, mitigation of and adaptation to climate change, and the control group (n = 22) received regular instruction. Ecological awareness was measured with a 25-item Likert-type questionnaire organized into cognitive, affective, conative and active dimensions (α = 0.93). At pretest the groups were equivalent (p = 0.972). At posttest the experimental group obtained a mean of 90.62 compared with 77.68 in the control group, a statistically significant difference (t = 4.02, p < 0.001) with a large effect size (d = 1.23); the largest change was observed in the cognitive dimension.

Keywords: biology teaching, climate change, didactic sequence, environmental awareness, environmental education

Riassunto

Il cambiamento climatico pone alla scuola la sfida di formare studenti che ne comprendano le cause e gli effetti e che siano disposti ad agire. Questo studio ha determinato l'effetto di sequenze didattiche di Biologia sul cambiamento climatico sulla coscienza ecologica di studenti del secondo anno della scuola secondaria superiore. È stato adottato un approccio quantitativo, applicato ed esplicativo, con disegno quasi-sperimentale pre-test e post-test e gruppo di controllo non equivalente. Hanno partecipato i 43 studenti del secondo anno dell'Unidad Educativa Paltas, provincia di Loja, Ecuador: il gruppo sperimentale (n = 21) ha svolto quattro sequenze didattiche su cause, effetti locali, mitigazione e adattamento al cambiamento climatico, mentre il gruppo di controllo (n = 22) ha ricevuto l'insegnamento abituale. La coscienza ecologica è stata misurata con un questionario di 25 item di tipo Likert organizzato nelle dimensioni cognitiva, affettiva, conativa e attiva ($\alpha = 0,93$). Nel pre-test i gruppi erano equivalenti ($p = 0,972$). Nel post-test il gruppo sperimentale ha ottenuto una media di 90,62 rispetto a 77,68 del gruppo di controllo, con una differenza statisticamente significativa ($t = 4,02$, $p < 0,001$) e una dimensione dell'effetto grande ($d = 1,23$); il cambiamento maggiore si è osservato nella dimensione cognitiva.

Parole chiave: cambiamento climatico, coscienza ambientale, educazione ambientale, insegnamento della biologia, sequenza didattica

Introducción

El cambio climático se ha convertido en uno de los principales desafíos ambientales del presente por su impacto en los ecosistemas, en la biodiversidad y en el bienestar humano. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático señala que las actividades humanas, principalmente mediante la emisión de gases de efecto invernadero, han causado de forma inequívoca el calentamiento global, y que sus efectos ya se manifiestan en fenómenos extremos más frecuentes e intensos (IPCC, 2023). En el Ecuador, el informe del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2024) reporta un incremento del 173,21 % en la recurrencia de eventos adversos asociados a factores climáticos entre 2012 y 2023; entre los más frecuentes se registraron 9.926 deslizamientos, 5.737 inundaciones y 1.023 vendavales, con 296.227 personas afectadas, de las cuales 226.931 lo fueron por inundaciones, y 47.893 viviendas afectadas, 1.454 de ellas destruidas.

Frente a este escenario, el marco normativo ecuatoriano asigna a la educación un papel central. La Constitución establece en su artículo 27 que la educación debe estimular el sentido crítico y ser respetuosa del medio ambiente sustentable (Asamblea Constituyente, 2008); el Código Orgánico del Ambiente, en su artículo 16, dispone que la educación ambiental promueva conocimientos, competencias, valores y conductas orientadas a la protección y conservación de la naturaleza (Asamblea Nacional, 2017); y la Ley Orgánica de Educación Intercultural reconoce a la educación como condición para el desarrollo sostenible (Asamblea Nacional, 2011). En el plano curricular, el área de Ciencias Naturales del Bachillerato General Unificado incorpora destrezas orientadas a reflexionar sobre el impacto de las acciones humanas en los ecosistemas y criterios de evaluación referidos a las interacciones de los seres vivos con su entorno (Ministerio de Educación del Ecuador, 2016).

Pese a este respaldo, la educación ambiental en el país ha estado concentrada en las Ciencias Naturales y escasamente transversalizada hacia otras asignaturas, con énfasis en el manejo de residuos y en el cuidado de la biodiversidad antes que en el consumo de energía o la gestión de los recursos naturales (Gavilanes Capelo & Tipán Barros, 2021). A ello se suma una enseñanza que privilegia los contenidos teóricos: en una institución de la Amazonía ecuatoriana, los docentes entrevistados por Prieto Cruz (2021) demandaban procedimientos educativos sustentados en la práctica y percibían que el currículo oficial respondía a escenarios ajenos al contexto local. Esta situación dificulta que los estudiantes relacionen las problemáticas ambientales con su entorno y limita su formación como ciudadanos informados, críticos y comprometidos con el ambiente.

Las secuencias didácticas ofrecen una alternativa para superar esta limitación, porque organizan actividades progresivas en torno a un problema del contexto y articulan el aprendizaje con la evaluación (Tobón et al., 2010). En el Ecuador, Zambrano Zambrano et al. (2025) aplicaron una secuencia didáctica interdisciplinaria con 60 estudiantes de bachillerato y obtuvieron mejoras en la comprensión de los procesos químicos vinculados al cambio climático;

sin embargo, su estudio no contempló un grupo de control ni valoró la conciencia ecológica después de la intervención. De forma complementaria, Tovar Rua y Hernández Ballesteros (2026), desde un enfoque cualitativo, describieron avances en la sensibilización ambiental de estudiantes de educación media tras una estrategia pedagógica ambiental. Persiste, por tanto, la necesidad de evidencia cuasiexperimental, con grupo de control, sobre el efecto de secuencias didácticas centradas en el cambio climático dentro de la asignatura de Biología.

En consecuencia, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto de secuencias didácticas sobre cambio climático en la conciencia ecológica de estudiantes de segundo de Bachillerato. Se plantearon las siguientes hipótesis: H_0, no existen diferencias estadísticamente significativas en el nivel de conciencia ecológica, medido en el postest, entre los estudiantes que participaron en las secuencias didácticas (grupo experimental) y quienes recibieron la enseñanza habitual (grupo de control); H_1, los estudiantes del grupo experimental presentan un nivel de conciencia ecológica significativamente mayor que los del grupo de control en el postest. En este trabajo, conciencia ecológica se usa como equivalente de conciencia ambiental, término predominante en la literatura revisada.

Marco teórico

Secuencias didácticas en la enseñanza de la Biología

Las secuencias didácticas constituyen una forma de organizar la enseñanza en la que las actividades de aprendizaje y de evaluación se articulan de manera progresiva en torno a un propósito formativo y a un problema del contexto. Tobón et al. (2010) las conciben como conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación del docente, buscan el logro de metas educativas a partir de un conjunto de recursos. Zambrano Zambrano et al. (2025) destacan su carácter planificado y gradual, así como su potencial para abordar problemas complejos desde la integración de varias disciplinas, rasgo pertinente para un fenómeno multicausal como el cambio climático, cuyo estudio en Biología exige relacionar procesos ecológicos, químicos, sociales y económicos.

En cuanto a su estructura, Díaz-Barriga (2013) propone organizar la secuencia en actividades de apertura, que recuperan los saberes previos y plantean una situación problemática; actividades de desarrollo, en las que el estudiante trabaja con información nueva, la analiza y la aplica; y actividades de cierre, orientadas a la síntesis, a la transferencia y a la evaluación de lo aprendido. Esta organización es coherente con el aprendizaje experiencial, que entiende el conocimiento como resultado de transformar la experiencia mediante un ciclo de vivencia concreta, observación reflexiva, conceptualización y experimentación activa (Kolb, 1984). Cuando la experiencia se ancla en problemas reales del entorno, como los eventos climáticos que afectan a la comunidad, el estudiante dispone de un referente cercano para construir significados y para valorar su propia responsabilidad.

La investigación sobre educación climática respalda esta orientación. En una revisión sistemática, Monroe et al. (2019) identificaron como estrategias eficaces aquellas que hacen el contenido personalmente relevante y significativo, que emplean metodologías activas y participativas, que involucran a los estudiantes en proyectos con la escuela o la comunidad y que abordan los conceptos erróneos sobre el clima. En el bachillerato ecuatoriano, Plua Pincay (2024) reportó que un plan didáctico aplicado a 45 estudiantes de primero y segundo de bachillerato de Guayaquil elevó la proporción de estudiantes con nivel alto de conciencia ambiental del 5 % al 91 %, aunque con un diseño preexperimental de un solo grupo, lo que, al igual que en Zambrano Zambrano et al. (2025), limita la atribución causal de los cambios.

Conciencia ecológica: concepto y dimensiones

La conciencia ecológica, denominada con mayor frecuencia conciencia ambiental, se entiende como un constructo multidimensional que integra lo que la persona sabe sobre los problemas ambientales, lo que siente frente a ellos, lo que está dispuesta a hacer y lo que efectivamente realiza para proteger su entorno. En los estudios de intervención educativa en Latinoamérica, este constructo se ha operacionalizado de manera recurrente en cuatro dimensiones: cognitiva, afectiva, conativa y activa (Álvarez-Córdova et al., 2024; Plua Pincay, 2024; Suárez Solís, 2021). La investigación psicosocial ha mostrado, además, que las actitudes ambientales varían según el problema concreto al que se refieren, por lo que conviene evaluarlas a partir de situaciones específicas y cercanas a la persona (Moreno et al., 2005).

La dimensión cognitiva se refiere al grado de información y de comprensión sobre las causas, las consecuencias y las soluciones de los problemas ambientales; la afectiva comprende la preocupación, la sensibilidad y la valoración ante el deterioro del ambiente; la conativa alude a la disposición o intención de actuar y de asumir responsabilidades personales; y la activa corresponde a los comportamientos proambientales que se realizan en la vida cotidiana, individuales y colectivos. Estas dimensiones no cambian necesariamente al mismo ritmo. Kolenatý et al. (2022), al evaluar un programa de educación climática con 123 estudiantes, encontraron que mejoró la comprensión del cambio climático, la preocupación y la autoeficacia, y que un conocimiento climático suficiente actuó como condición inicial para fortalecer la preocupación y la disposición a actuar.

Los estudios que han intervenido sobre esta variable con grupo de control coinciden en que las propuestas participativas fortalecen la conciencia ambiental frente a la enseñanza habitual. Loor Zarate et al. (2024), con 200 estudiantes de bachillerato de Quinsaloma, observaron que el grupo de intervención pasó de porcentajes de logro de entre 60 % y 68 % a valores de entre 80 % y 88 %, mientras que el grupo de control alcanzó entre 65 % y 72 % ($p < 0,05$). Suárez Solís (2021), con 60 estudiantes de secundaria y diseño cuasiexperimental, reportó que el programa aplicado elevó el nivel de conciencia ambiental del 20,7 % al 82,8 %; y Álvarez-Córdova et al. (2024) constataron, con grupo experimental y de control, mejoras en las cuatro dimensiones, más notorias en la cognitiva y en la conativa. Sin embargo, la mayoría de estos trabajos aborda la

educación ambiental de manera general, y pocos se centran específicamente en el cambio climático como contenido de la asignatura de Biología en el bachillerato ecuatoriano, vacío que el presente estudio busca atender.

Metodología

Enfoque, tipo y diseño

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, porque la conciencia ecológica se midió de manera numérica y las hipótesis se contrastaron mediante procedimientos estadísticos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Es de tipo aplicada y de alcance explicativo, ya que busca establecer el efecto de una intervención pedagógica sobre una variable educativa. Se empleó un diseño cuasiexperimental con pretest, postest y grupo de control no equivalente, puesto que se trabajó con grupos intactos, es decir, con paralelos ya conformados por la institución, sin asignación aleatoria de los estudiantes. Este diseño ha sido utilizado en estudios similares sobre conciencia ambiental en secundaria y bachillerato (Loor Zarate et al., 2024; Suárez Solís, 2021). Su esquema es GE: O_1 X O_2 y GC: O_3 — O_4, donde GE es el grupo experimental; GC, el grupo de control; O_1 y O_3, las mediciones de pretest; X, la aplicación de las secuencias didácticas; «—», la enseñanza habitual; y O_2 y O_4, las mediciones de postest.

Población y muestra

La población estuvo conformada por los 43 estudiantes de segundo de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Paltas, ubicada en el cantón Paltas, provincia de Loja, durante el período lectivo 2026-2027, distribuidos en dos paralelos: el paralelo A, con 21 estudiantes (14 hombres y 7 mujeres), y el paralelo B, con 22 estudiantes (12 hombres y 10 mujeres). Dado el tamaño reducido de la población, se trabajó con la totalidad de los estudiantes (muestra censal), y la asignación de los grupos se hizo de manera intencional: el paralelo A como grupo experimental (n = 21) y el paralelo B como grupo de control (n = 22). Se incluyó a los estudiantes matriculados cuyos representantes legales firmaron el consentimiento informado y que asintieron participar; se excluyó a quienes no completaron el pretest o el postest, o asistieron a menos del 80 % de las sesiones. La Tabla 1 presenta la distribución de la muestra.

Tabla 1. Distribución de la muestra por grupo

Grupo	Paralelo	Hombres	Mujeres	Total	Edad M (DE)
Experimental	A	14	7	21	15,81 (0,68)
Control	B	12	10	22	15,86 (0,71)
Total		26	17	43	15,84 (0,69)

Nota. M = media; DE = desviación estándar. Fuente: Elaboración propia.

Técnica e instrumento

La técnica empleada fue la encuesta y el instrumento, el Cuestionario sobre conciencia ecológica en estudiantes de segundo de Bachillerato, de elaboración propia a partir de la estructura de cuatro dimensiones utilizada en estudios previos (Álvarez-Córdova et al., 2024; Suárez Solís, 2021). Consta de 25 ítems en escala tipo Likert de cinco opciones (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo), distribuidos en las dimensiones cognitiva (ítems 1 a 10), afectiva (11 a 15), conativa (16 a 20) y activa (21 a 25). La puntuación total oscila entre 25 y 125 puntos y se interpretó en tres niveles por rangos iguales: bajo (25 a 58), medio (59 a 91) y alto (92 a 125); para la dimensión cognitiva los rangos fueron 10 a 23, 24 a 36 y 37 a 50, y para las dimensiones de cinco ítems, 5 a 11, 12 a 18 y 19 a 25.

La validez de contenido se estableció mediante el juicio de tres expertos en didáctica de las Ciencias Naturales, educación ambiental e investigación educativa, quienes valoraron la claridad, la coherencia y la relevancia de cada ítem; los acuerdos se cuantificaron con el coeficiente V de Aiken (Aiken, 1985), que alcanzó valores entre 0,83 y 1,00. La confiabilidad se estimó con una prueba piloto aplicada a 20 estudiantes con características similares que no formaron parte de la muestra, mediante el coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951): 0,93 para la escala total, 0,88 para la dimensión cognitiva, 0,70 para la afectiva, 0,61 para la conativa y 0,75 para la activa.

Intervención

La intervención consistió en cuatro secuencias didácticas de Biología sobre cambio climático, desarrolladas en cuatro sesiones de 80 minutos (una por secuencia) durante la semana del 9 al 13 de noviembre de 2026, en el horario regular de la asignatura. Cada secuencia se organizó en momentos de apertura, desarrollo y cierre (Díaz-Barriga, 2013) e incorporó estrategias que la literatura asocia con una educación climática eficaz: problemas cercanos a la vida de los estudiantes, trabajo cooperativo, indagación y acciones en la escuela o la comunidad (Monroe et al., 2019). La Tabla 2 resume su estructura. El grupo de control abordó los mismos contenidos del currículo con la metodología habitual del docente, basada en la exposición del docente, la lectura del texto escolar y la resolución de cuestionarios.

Tabla 2. Estructura de las secuencias didácticas aplicadas al grupo experimental

Secuencia	Propósito	Actividades principales	Dimensiones que fortalece
1. Causas del cambio climático	Explicar el efecto invernadero y relacionarlo con las actividades humanas.	Apertura con preguntas sobre el clima local; modelo experimental del efecto invernadero; cálculo de la huella de carbono familiar.	Cognitiva, afectiva
2. Efectos locales	Analizar los efectos del cambio climático en los ecosistemas y comunidades del Ecuador.	Análisis de datos oficiales de eventos adversos; estudio de caso de la provincia; mapa de riesgos del entorno escolar.	Cognitiva, afectiva
3. Mitigación	Proponer acciones para reducir emisiones en el hogar y en la escuela.	Auditoría de consumo de energía y agua en la institución; debate sobre energías renovables; compromisos personales.	Conativa, activa
4. Adaptación	Diseñar medidas de adaptación para la comunidad.	Proyecto en equipos con propuesta de adaptación; campaña de sensibilización dirigida a la comunidad educativa.	Conativa, activa

Nota. Cada secuencia se desarrolló en una sesión de 80 minutos. Fuente: recopilación de datos propia

Procedimiento y análisis de datos

Tras obtener la autorización de la institución y el consentimiento informado de los representantes legales, se aplicó el pretest a ambos grupos el 9 de noviembre de 2026; luego se desarrolló la intervención en el grupo experimental y, al finalizarla, se aplicó el postest a ambos grupos el 13 de noviembre de 2026. Los datos se procesaron con Python 3 y la biblioteca SciPy. La normalidad de las puntuaciones se verificó con la prueba de Shapiro-Wilk, adecuada para grupos de menos de 50 casos como los de este estudio (21 y 22 estudiantes por grupo). La equivalencia inicial de los grupos se comprobó comparando sus puntajes del pretest, y el efecto de la intervención se contrastó comparando los puntajes del postest, con la prueba t de Student para muestras independientes cuando se cumplió el supuesto de normalidad o con la prueba U de Mann-Whitney en caso contrario, con un nivel de significancia de 0,05. La magnitud del efecto se estimó con la d de Cohen o con el coeficiente r, según la prueba aplicada, e interpretada con los criterios de Cohen (1988).

El estudio respetó los principios éticos de la investigación con menores de edad: participación voluntaria, consentimiento informado de los representantes, asentimiento de los estudiantes, anonimato en el tratamiento de los datos y uso exclusivo de la información con fines académicos.

Resultados

La Tabla 3 muestra los resultados del pretest. Los grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la conciencia ecológica total ($t = 0,04$, $p = 0,972$) ni en ninguna de sus dimensiones ($p > 0,05$), lo que indica que partían de condiciones equivalentes. Ambos grupos se ubicaron en el nivel medio, con medias totales de 74,90 y 74,77 puntos.

Tabla 3. Comparación de los grupos en el pretest

Dimensión	GE M (DE)	GC M (DE)	Estadístico	p	Efecto
Cognitiva	29,67 (3,62)	28,86 (6,85)	t = 0,48	0,636	d = 0,15
Afectiva	16,48 (2,02)	16,55 (2,97)	t = -0,09	0,930	d = -0,03
Conativa	15,24 (1,84)	15,23 (2,83)	t = 0,01	0,988	d = 0,00
Activa	13,52 (2,20)	14,14 (3,08)	t = -0,75	0,459	d = -0,23
Total	74,90 (7,70)	74,77 (15,09)	t = 0,04	0,972	d = 0,01

Nota. GE = grupo experimental; GC = grupo de control; M = media; DE = desviación estándar. Prueba aplicada: t de Student para muestras independientes (d = d de Cohen); en la dimensión afectiva del postest, U de Mann-Whitney (r = coeficiente r), por no cumplirse la normalidad. Fuente: recopilación de datos propia

Los resultados del postest se presentan en la Tabla 4. El grupo experimental obtuvo una media de 90,62 en la conciencia ecológica total, frente a 77,68 del grupo de control, diferencia estadísticamente significativa ($t = 4,02$, $p < 0,001$) con un tamaño del efecto grande ($d = 1,23$). Las diferencias fueron significativas en las dimensiones cognitiva, conativa y afectiva, pero no en la activa ($t = 1,93$, $p = 0,061$). El efecto más alto se observó en la dimensión cognitiva ($d = 1,46$), seguida de la conativa ($d = 1,28$); en la afectiva, analizada con la prueba U de Mann-Whitney por no cumplirse la normalidad, el efecto fue mediano ($r = 0,37$). Entre el pretest y el postest, el puntaje total del grupo experimental aumentó en promedio 15,71 puntos y el del grupo de control, 2,91. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 4. Comparación de los grupos en el postest

Dimensión	GE M (DE)	GC M (DE)	Estadístico	p	Efecto
Cognitiva	37,48 (4,96)	30,68 (4,31)	t = 4,80	< 0,001	d = 1,46
Afectiva	19,43 (2,09)	17,64 (2,13)	U = 331,0	0,014	r = 0,37
Conativa	18,29 (1,98)	15,41 (2,46)	t = 4,21	< 0,001	d = 1,28
Activa	15,43 (2,64)	13,95 (2,38)	t = 1,93	0,061	d = 0,59
Total	90,62 (10,63)	77,68 (10,49)	t = 4,02	< 0,001	d = 1,23

Nota. GE = grupo experimental; GC = grupo de control; M = media; DE = desviación estándar. Prueba aplicada: t de Student para muestras independientes (d = d de Cohen); en la dimensión afectiva del postest, U de Mann-Whitney (r = coeficiente r), por no cumplirse la normalidad. Fuente: recopilación de datos propia

La Tabla 5 resume la distribución de los estudiantes por nivel de conciencia ecológica. En el grupo experimental, el porcentaje de estudiantes con nivel alto pasó de 0,0 % en el pretest a 47,6 % en el postest, mientras que en el grupo de control pasó de 9,1 % a 13,6 %. Al final de la intervención ningún estudiante del grupo experimental se ubicó en el nivel bajo, frente a 1 del grupo de control (4,5 %).

Tabla 5. Niveles de conciencia ecológica por grupo y momento de medición

Nivel	GE pretest f (%)	GE postest f (%)	GC pretest f (%)	GC postest f (%)
Bajo	1 (4,8)	0 (0,0)	4 (18,2)	1 (4,5)
Medio	20 (95,2)	11 (52,4)	16 (72,7)	18 (81,8)
Alto	0 (0,0)	10 (47,6)	2 (9,1)	3 (13,6)

Nota. Niveles del puntaje total: bajo (25 a 58), medio (59 a 91) y alto (92 a 125). Fuente: recopilación de datos propia

Discusión

Los resultados indican que las secuencias didácticas sobre cambio climático tuvieron un efecto estadísticamente significativo y de magnitud grande en la conciencia ecológica de los estudiantes de segundo de Bachillerato. Este hallazgo coincide con los de Loor Zarate et al. (2024) y Suárez Solís (2021), quienes, también con grupo de control, encontraron que las propuestas participativas superaron a la enseñanza habitual en el fortalecimiento de la conciencia ambiental de estudiantes de secundaria y bachillerato. A diferencia de Zambrano Zambrano et al. (2025) y de Plua Pincay (2024), cuyos diseños de un solo grupo no permitían descartar la influencia de factores externos, la inclusión de un grupo de control en el presente estudio permite atribuir con mayor solidez los cambios observados a la intervención.

En cuanto a las dimensiones, el mayor efecto se observó en la dimensión cognitiva, seguida de la conativa, lo que concuerda con Álvarez-Córdova et al. (2024), quienes reportaron cambios más notorios en las dimensiones cognitiva y conativa. Un efecto mayor en la dimensión cognitiva sería coherente con lo señalado por Kolenatý et al. (2022), para quienes el conocimiento climático actúa como base para que se fortalezcan la preocupación y la disposición a actuar; a su vez, que la dimensión activa no alcanzara una diferencia significativa puede explicarse porque los comportamientos requieren más tiempo y oportunidades reales para consolidarse que los conocimientos y las intenciones. Las actividades vinculadas con problemas del entorno, como el análisis de los eventos climáticos de la provincia y la auditoría de consumo de la institución, responden a las estrategias que Monroe et al. (2019) identifican como eficaces, porque vuelven el contenido personalmente relevante y conectan el aula con la comunidad.

El estudio presenta limitaciones que deben considerarse. El tamaño de la muestra (43 estudiantes de una sola institución) y el uso de grupos intactos sin asignación aleatoria restringen la generalización de los resultados; el cuestionario se basa en el autorreporte, lo que puede introducir sesgos de deseabilidad social, en particular en las dimensiones conativa y activa; y la duración de la intervención no permite valorar la permanencia de los cambios. Futuras investigaciones podrían incorporar mediciones de seguimiento, observación directa de comportamientos proambientales y muestras de varias instituciones.

Conclusiones

Las secuencias didácticas de Biología sobre cambio climático fortalecieron significativamente la conciencia ecológica de los estudiantes de segundo de Bachillerato en comparación con la enseñanza habitual, por lo que se rechaza la hipótesis nula. El efecto fue mayor en la dimensión cognitiva y menor en la dimensión activa, en la que la diferencia no fue significativa, lo que sugiere que la comprensión de las causas y de los efectos locales del cambio climático es un punto de partida para que los estudiantes valoren su responsabilidad y se dispongan a actuar.

Organizar la enseñanza del cambio climático en secuencias con momentos de apertura, desarrollo y cierre, ancladas en problemas del entorno y orientadas a acciones concretas en la escuela y la comunidad, constituye una estrategia viable dentro del currículo vigente de Ciencias Naturales. Se recomienda a los docentes de Biología incorporar datos locales, actividades experienciales y compromisos verificables, y a las instituciones, dar continuidad a estas experiencias para que las intenciones se traduzcan en comportamientos sostenidos.

Referencias

Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. Educational and Psychological Measurement, 45(1), 131–142. https://doi.org/10.1177/0013164485451012

Álvarez-Córdova, C. del R., García-Nizama, P., & Guerra-Castellanos, Y. B. (2024). Programa "Sembrando vida" en la conciencia ambiental en estudiantes de primaria. Episteme Koinonía, 7(13), 470–485. https://doi.org/10.35381/e.k.v7i13.3479

Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Asamblea Nacional. (2011). Ley Orgánica de Educación Intercultural. Registro Oficial Segundo Suplemento 417. https://educacionbilingue.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/LA-LEY-ORGANICA-DE-EDUCACION-INTERCULTURAL.pdf

Asamblea Nacional. (2017). Código Orgánico del Ambiente. Registro Oficial Suplemento 983. https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2017/04/CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2.ª ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika, 16(3), 297–334. https://doi.org/10.1007/BF02310555

Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. Universidad Nacional Autónoma de México.

Gavilanes Capelo, R. M., & Tipán Barros, B. G. (2021). La educación ambiental como estrategia para enfrentar el cambio climático. Alteridad. Revista de Educación, 16(2), 286–298. https://doi.org/10.17163/alt.v16n2.2021.10

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2023). Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC. https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647

Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice-Hall.

Kolenatý, M., Kroufek, R., & Činčera, J. (2022). What triggers climate action: The impact of a climate change education program on students' climate literacy and their willingness to act. Sustainability, 14(16), 10365. https://doi.org/10.3390/su141610365

Loor Zarate, M. del C., Cruz-Montero, J. M., & Calderon Pita, M. M. (2024). Programa de sostenibilidad ecológica en el desarrollo de la conciencia ambiental de estudiantes de bachillerato. Universidad, Ciencia y Tecnología, 28(Especial), 351–360. https://doi.org/10.47460/uct.v28iSpecial.834

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo de EGB y BGU: Ciencias Naturales. https://www.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/CCNN_COMPLETO.pdf

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2024). Quinta Comunicación Nacional y Primer Reporte Bienal de Transparencia del Ecuador hacia la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. MAATE. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/a.%205CN1RBT-27dic_final.pdf

Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: A systematic review of the research. Environmental Education Research, 25(6), 791–812. https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842

Moreno, M., Corraliza, J. A., & Ruiz, J. P. (2005). Escala de actitudes ambientales hacia problemas específicos. Psicothema, 17(3), 502–508. https://reunido.uniovi.es/index.php/PST/article/view/8356

Plua Pincay, M. S. (2024). Plan didáctico para fomentar la conciencia ambiental en una comunidad educativa Monte Sinaí, Guayaquil 2025. Revista Scientific, 9(34), 219–239. https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.34.10.219-239

Prieto Cruz, Ó. (2021). La educación ambiental intercultural como alternativa para la formación del pensamiento holístico: Un caso de estudio en la Amazonía ecuatoriana. Revista Andina de Educación, 4(2), 74–82. https://doi.org/10.32719/26312816.2021.4.2.9

Suárez Solís, T. E. (2021). Programa "Dejando huellas verdes" para el fortalecimiento de la conciencia ambiental en educación secundaria. Revista Iberoamericana de Educación. https://doi.org/10.31876/ie.vi.156

Tobón, S., Pimienta, J. H., & García Fraile, J. A. (2010). Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias. Pearson Educación.

Tovar Rua, D. C., & Hernández Ballesteros, L. (2026). Fortalecimiento de la conciencia ecológica mediante una estrategia pedagógica ambiental en estudiantes de educación media. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 10(3), 8286–8298. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i3.24934

Zambrano Zambrano, E. V., Vera Delgado, J. M., & Ureta Zambrano, M. I. (2025). Secuencia didáctica interdisciplinaria para fortalecer la educación ambiental en estudiantes de bachillerato. Revista San Gregorio, 1(63), 60–66. https://doi.org/10.36097/rsan.v1i63.3609