



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

AGUAS SUBTERRÁNEAS Y FORTALECIMIENTO DE LA CONCIENCIA ECOLÓGICA DE ESTUDIANTES DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

GROUNDWATER AND STRENGTHENING THE ECOLOGICAL AWARENESS OF SECONDARY SCHOOL STUDENTS

Narciso Vilaizac Vargas

Institución Educativa Niño Jesús de Praga, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21748

Aguas Subterráneas y Fortalecimiento de la Conciencia Ecológica de Estudiantes de la Educación Secundaria

Narciso Vilaizac Vargas¹villaizac@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0005-2864-0565>

Institución Educativa Niño Jesús de Praga

Buenaventura, Colombia

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar cómo una intervención educativa centrada en la problemática de las aguas subterráneas contribuye al desarrollo de la conciencia ecológica en estudiantes de nivel secundario. Para alcanzar este propósito, se implementó un enfoque metodológico mixto que combinó actividades de indagación escolar, experimentación en laboratorio, trabajo de campo y análisis de encuestas aplicadas antes y después de la intervención. La propuesta integró también estrategias participativas y reflexivas orientadas a contextualizar el aprendizaje en las realidades socioambientales del entorno. Los resultados muestran avances significativos en la comprensión de los procesos asociados al ciclo del agua subterránea, las causas de su contaminación y las implicaciones para la salud y los ecosistemas. Asimismo, se evidenció un incremento en las actitudes proambientales, manifestado en mayor interés, sensibilidad y disposición a participar en acciones de cuidado del agua. Finalmente, se observaron cambios concretos en prácticas cotidianas relacionadas con el uso responsable y la conservación del recurso hídrico. El estudio concluye que las estrategias pedagógicas contextualizadas y experienciales son efectivas para fortalecer la conciencia ecológica y promover comportamientos sostenibles en estudiantes de secundaria.

Palabras clave: aguas subterráneas, conciencia ecológica, educación ambiental, prácticas sostenibles, estudiantes de secundaria

¹ Autor principal.

Correspondencia: villaizac@hotmail.com

Groundwater and Strengthening the Ecological Awareness of Secondary School Students

ABSTRACT

This article aims to analyze how an educational intervention focused on groundwater issues contributes to the development of ecological awareness in secondary school students. To achieve this, a mixed-methods approach was implemented, combining school inquiry activities, laboratory experimentation, fieldwork, and analysis of surveys administered before and after the intervention. The proposal also integrated participatory and reflective strategies designed to contextualize learning within the socio-environmental realities of the surrounding area. The results show significant progress in understanding the processes associated with the groundwater cycle, the causes of its contamination, and the implications for health and ecosystems. Furthermore, an increase in pro-environmental attitudes is evident, manifested in greater interest, sensitivity, and willingness to participate in water conservation efforts. Finally, concrete changes were observed in daily practices related to the responsible use and conservation of water resources. The study concludes that contextualized and experiential pedagogical strategies are effective in strengthening ecological awareness and promoting sustainable behaviors in secondary school students.

Keywords: groundwater, ecological awareness, environmental education, sustainable practices, high school students

Artículo recibido: 12 noviembre 2025
Aceptado para publicación: 23 diciembre 2025



INTRODUCCIÓN

Este artículo aborda como tema central la relación entre la educación ambiental y el desarrollo de la conciencia ecológica en los estudiantes, toma como eje pedagógico el aprendizaje sobre las aguas subterráneas como un recurso vital y altamente vulnerable. En esta línea, el texto explica la importancia de este recurso dentro del ciclo hidrológico y su papel en el abastecimiento humano, analiza los riesgos de contaminación derivados de prácticas inadecuadas en el territorio y destaca la necesidad de promover actitudes responsables y prácticas sostenibles en la población escolar. Asimismo, el artículo profundiza en la implementación de estrategias pedagógicas que facilitan la comprensión de la dinámica del agua subterránea y fomentan comportamientos proambientales, que posicionan la educación ambiental como un medio clave para fortalecer la conciencia ecológica en contextos educativos.

Abordar el tema de las aguas subterráneas y el fortalecimiento de la conciencia ecológica en estudiantes de educación secundaria es fundamental porque este recurso constituye una fuente esencial de abastecimiento hídrico, pero también una de las más vulnerables a la contaminación derivada de prácticas humanas cotidianas. Su degradación suele pasar inadvertida por tratarse de un recurso subterráneo, lo que incrementa los riesgos ambientales y de salud pública.

Trabajar este tema en espacios escolares permite sensibilizar a los jóvenes, desarrollar conocimientos científicos y promover actitudes responsables que se traduzcan en prácticas sostenibles. Esta importancia coincide con lo planteado por Sauvé (2020), quien señala que la educación ambiental debe ser contextualizada y participativa para formar ciudadanos capaces de comprender y actuar frente a los desafíos socioambientales contemporáneos. En este sentido, la relevancia del tema radica en su contribución directa a la formación de sujetos ambientalmente conscientes que pueden incidir positivamente en sus familias, comunidades y territorios.

Los estudios previos, tanto internacionales como nacionales, coinciden en que la conciencia ecológica frente a la contaminación de las aguas subterráneas depende no solo del acceso a información técnica, sino también de factores sociales, culturales y educativos. Investigaciones globales como las de Catherine et al. (2023), Touré et al. (2025), Lapworth et al. (2023) y Antão (2023) evidencian que, aunque las comunidades poseen cierto nivel de conocimiento, persisten debilidades en las prácticas de protección y en la percepción del riesgo debido a la invisibilidad de los acuíferos y al bajo



involucramiento ciudadano, mientras autores como Bento (2024) resaltan la dimensión ética y emocional del problema.

En Colombia, trabajos como Ospina (2023), González (2023), Fiquitiva (2024) y Viveros (2022), así como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2023), muestran que la falta de monitoreo, la baja apropiación social del recurso hídrico y la insuficiencia en educación ambiental constituyen barreras para la gestión sostenible del agua subterránea. En conjunto, estos antecedentes demuestran que proteger los acuíferos exige combinar conocimiento científico, participación comunitaria y estrategias pedagógicas que fortalezcan la conciencia ecológica en diferentes contextos.

La contaminación de las aguas subterráneas constituye un problema ambiental global de creciente gravedad, derivado de la infiltración de pesticidas, metales pesados, nitratos y residuos industriales que deterioran la calidad del agua destinada al consumo humano. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud ([OMS], 2020), este fenómeno se agrava por la invisibilidad del recurso y la baja percepción del riesgo en las comunidades, lo cual coincide con los planteamientos de Lapworth et al. (2023) y Antão (2023) sobre la falta de comprensión pública de los procesos hidrogeológicos. A nivel internacional y nacional, investigaciones muestran que las prácticas agrícolas intensivas, la minería no regulada y las actividades industriales constituyen las principales fuentes de contaminación, que generan consecuencias que afectan la salud humana, los ecosistemas y la seguridad hídrica (García & López, 2021; Córdoba, 2018).

En Colombia, estudios como los de Ospina (2023), González (2023) y Fiquitiva (2024) evidencian el deterioro de acuíferos rurales por el uso de agroquímicos y el escaso manejo adecuado de residuos. Los efectos incluyen enfermedades gastrointestinales, intoxicaciones y pérdida de biodiversidad, especialmente en zonas vulnerables. En síntesis, la literatura coincide en que la contaminación subterránea es un fenómeno complejo que integra dimensiones técnicas, sociales y éticas, y que su abordaje requiere estrategias de gestión y educación ambiental que promuevan conciencia ecológica y prácticas sostenibles.

El impacto de la contaminación de las aguas subterráneas constituye un problema ambiental y social de gran magnitud, cuyos efectos se manifiestan en la salud humana, los ecosistemas y la sostenibilidad

comunitaria. La literatura indica que la presencia de pesticidas, metales pesados y otros contaminantes en los acuíferos incrementa enfermedades como diarrea, cólera y hepatitis A, especialmente en regiones rurales donde las fuentes subterráneas no reciben tratamiento adecuado (OMS, 2020). Estudios internacionales y nacionales coinciden en que la baja percepción del riesgo y la invisibilidad del acuífero agravan esta situación, que dificultan la adopción de prácticas preventivas (Lapworth et al., 2023; Antão, 2023).

En Colombia, investigaciones del IDEAM (2019), Álvarez (2019) y Córdoba (2018) muestran afectaciones sanitarias y ecológicas significativas derivadas del uso intensivo de agroquímicos, la minería no regulada y las descargas industriales, que deterioran la biodiversidad y los medios de vida. Estas evidencias demuestran que el problema trasciende lo ambiental y se vincula con factores educativos, sociales y culturales, que subraya la necesidad de fortalecer la educación ambiental y la participación comunitaria para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones y promover la protección de los acuíferos.

La educación ambiental y la participación comunitaria se presentan como elementos clave para enfrentar la contaminación de las aguas subterráneas, ya que permiten comprender la relación entre las actividades humanas y la vulnerabilidad de los acuíferos, que promueve actitudes y prácticas sostenibles. Diversos autores (OMS, 2020; García & López, 2021) coinciden en que la falta de información y la baja percepción del riesgo contribuyen al deterioro del recurso hídrico, especialmente en contextos rurales donde el uso de agroquímicos, la minería informal y las prácticas inadecuadas de gestión del agua son frecuentes.

En Colombia, esta necesidad es aún más evidente debido a las limitaciones en recursos educativos, la falta de capacitación docente y la escasa articulación entre instituciones y comunidades (Álvarez, 2019; Ospina, 2023). En regiones como el Valle del Cauca y Buenaventura, la educación ambiental contextualizada y los procesos participativos han demostrado ser herramientas efectivas para sensibilizar, empoderar y promover acciones comunitarias que favorecen la protección del agua (Córdoba, 2018; Viveros, 2022). En síntesis, fortalecer el conocimiento, la corresponsabilidad y la acción colectiva se convierte en una estrategia fundamental para la conservación de los acuíferos, lo cual abre paso a la necesidad de abordar las medidas concretas para mitigar la contaminación de las

aguas subterráneas.

La mitigación de la contaminación de las aguas subterráneas requiere un enfoque integral que combine acciones ecológicas, tecnológicas y sociales, debido a la creciente vulnerabilidad de los acuíferos frente a actividades humanas. A nivel ambiental, medidas como la reforestación de cuencas y la conservación de la cobertura vegetal son esenciales porque favorecen la infiltración, reducen la erosión y limitan el transporte de contaminantes hacia el subsuelo (Banguera & León, 2024). En el ámbito tecnológico, organismos como la OMS (2020) y autores como López (2021) coinciden en la necesidad de fortalecer el tratamiento de aguas residuales y promover tecnologías limpias para evitar la filtración de desechos industriales y domésticos.

En Colombia, estas estrategias han sido incorporadas en políticas como la Estrategia Nacional de Gestión Integrada del Recurso Hídrico (2020), aunque su efectividad depende del nivel de participación y apropiación comunitaria, especialmente en zonas rurales con limitaciones técnicas e infraestructura insuficiente (Álvarez, 2019). Estudios en regiones como el Valle del Cauca y Buenaventura demuestran que la combinación de reforestación, protección de áreas estratégicas y participación comunitaria ha permitido avances en la reducción de la contaminación, aunque persisten desafíos que requieren mayor coordinación institucional y fortalecimiento de capacidades locales (Córdoba, 2018). En conjunto, las investigaciones revisadas evidencian que la sostenibilidad de los acuíferos depende de la articulación entre políticas públicas, tecnologías adecuadas y procesos comunitarios sólidos orientados a la conservación del agua subterránea.

La investigación se sitúa en la Institución Educativa Niño Jesús de Praga, en la vereda afrocolombiana Villa Stella (Bajo Calima, Buenaventura), una comunidad organizada en el Consejo Comunitario de la Cuenca Baja del Río Calima. Con unas 203 familias, su economía depende de la agricultura y la minería, pero enfrenta serias carencias en servicios básicos, especialmente la falta de alcantarillado y el deficiente manejo de aguas residuales. Aunque la construcción de la vía hacia el puerto de Aguadulce mejoró el acceso, no ha resuelto los problemas de infraestructura ni el limitado acceso a salud, educación y agua potable.

El Consejo Comunitario impulsa la defensa territorial, la preservación cultural y proyectos de mejora social. En el ámbito educativo, la sede Marina Solano presenta escasos recursos tecnológicos, lo que



afecta la calidad educativa y la motivación lectora. Por ello, se propone integrar TIC para fortalecer el aprendizaje. Pese a los retos de urbanización y de servicios básicos, la comunidad mantiene su resiliencia y compromiso con el desarrollo.

En este contexto, la comunidad de Villa Stella y la Institución Educativa Niño Jesús de Praga continúan que busca alternativas que permitan mejorar sus condiciones sociales, ambientales y educativas, y mantener a la vez su identidad cultural. Bajo estas necesidades y desafíos, la presente investigación se orienta a comprobar la hipótesis de que la implementación de estrategias pedagógicas ambiental integral, basadas en actividades educativas y de sensibilización sobre la mitigación de la contaminación de las aguas subterráneas, contribuye al fortalecimiento de la conciencia ecológica en los estudiantes de secundaria de la sede Marina Solano, que promueve así una formación más pertinente y comprometida con su entorno.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos para comprender de manera amplia el fenómeno estudiado, con un alcance descriptivo–explicativo orientado a caracterizar el nivel de conciencia y las prácticas ambientales de los estudiantes, así como a explicar la incidencia de estrategias pedagógicas ambientales integrales en su fortalecimiento (Creswell & Creswell, 2018). Se adopta un diseño metodológico transformativo y secuencial, organizado en fases que articulan el trabajo de campo con la intención de generar cambios educativos y sociales en la comunidad escolar, de acuerdo con la problemática ambiental local relacionada con la contaminación de las aguas subterráneas y la necesidad de proponer acciones pedagógicas pertinentes al contexto afrodescendiente de Villa Stella. El proceso inicia con la selección de una muestra intencional de 35 estudiantes de educación secundaria de la Sede Marina Solano, seguida de la gestión del permiso institucional ante el rector y la obtención del consentimiento informado por parte de padres y acudientes.

Posteriormente, se diseña y valida una escala tipo Likert para evaluar la conciencia y las prácticas ambientales sobre el cuidado de las aguas subterráneas, conformado por ítems relacionados con percepciones, actitudes y acciones ecológicas. La aplicación del instrumento se realiza de manera presencial, con respeto a los principios éticos establecidos. Finalmente, los datos cuantitativos son



analizados mediante el software SPSS versión 27.0, con un nivel de significancia bilateral de $\alpha = 0,05$, mientras que la información cualitativa se organizó y examinó para complementar la interpretación de los resultados y robustecer la perspectiva mixta del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muestra está compuesta principalmente por estudiantes de grados intermedios, especialmente 6°, 7°, 8°, 9° lo que facilita la comprensión de los temas ambientales; además, la presencia de estudiantes de 11.º aporta mayor capacidad crítica. La distribución por género es equilibrada, que garantiza participación equitativa y diversidad de perspectivas. En cuanto a la edad, predomina el grupo de 15 y 16 años, dentro de un rango general de 12 a 18 años, lo que refleja una etapa adecuada para el análisis de problemáticas socioambientales y la participación en actividades investigativas, experimentales y de sensibilización, que favorece la implementación de la estrategia pedagógica. A continuación se presentan los resultados de la aplicación de la escala Likert sobre la conciencia y las prácticas ambientales sobre el cuidado de las aguas subterráneas de acuerdo con las dimensiones.

Análisis e interpretación de los resultados cuantitativos

Los resultados obtenidos en esta investigación se analizan a la luz de referentes recientes que destacan la importancia de promover prácticas sostenibles y de gestión responsable del agua. La implementación de sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales en comunidades rurales mejora la eficiencia hídrica y fortalece la conciencia ambiental y fomenta la participación activa en el cuidado del recurso. Estos planteamientos respaldan la interpretación de los hallazgos del presente estudio, al subrayar cómo las intervenciones educativas y las acciones contextualizadas pueden transformar el conocimiento, las actitudes y las prácticas relacionadas con la protección de las fuentes hídricas.

Dimensión 1: Conocimiento sobre la contaminación de las aguas subterráneas

Los resultados de la tabla 1 muestran un avance significativo en el reconocimiento del problema ambiental: las respuestas negativas disminuyen del 62,8 % al 22,8 %, mientras que las positivas aumentan del 31,4 % al 68,5 %. La prueba de significancia bilateral es menor a $\alpha = ,05$ ($,000 < ,05$) confirma que estos cambios son estadísticamente relevantes, se evidencia el impacto real de la intervención educativa. Estos hallazgos coinciden con Córdoba (2018), quienes destacan que las estrategias de educación ambiental bien estructuradas y contextualizadas fortalecen el conocimiento y



la conciencia ecológica. En conjunto, los datos indican que la propuesta pedagógica mejoró de manera efectiva la comprensión sobre la contaminación de aguas subterráneas.

Tabla 1: Conozco qué es la contaminación de las aguas subterráneas

	Prueba inicial		Prueba final		Sig. (bilateral)
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Totalmente en desacuerdo	9	25,7	2	5,7	,000
En desacuerdo	13	37,1	6	17,1	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	5,7	3	8,6	
De acuerdo	11	31,4	13	37,1	
Totalmente de acuerdo	0	0	11	31,4	
Total	35	100,0	35	100,0	

Los resultados de la Tabla 2 muestran un notable aumento en las respuestas positivas: la categoría *De acuerdo* pasa de 5,7 % a 60 % y *Totalmente de acuerdo* alcanza 8,6 %, mientras que las respuestas negativas disminuyen de manera significativa. La prueba de significancia bilateral es menor a $\alpha = ,05$ ($,000 < ,05$), confirma que los cambios entre la prueba inicial y final son estadísticamente relevantes. Estos avances coinciden con Viveros (2022) y Touré et al. (2025), quienes señalan que la educación ambiental contextualizada y basada en experiencias facilita la comprensión crítica de los impactos ambientales. En conjunto, los resultados evidencian que la estrategia pedagógica fortaleció la capacidad de los estudiantes para reconocer los efectos de la contaminación del agua subterránea y consolidó una base cognitiva para una conciencia ecológica más crítica.

Tabla 2: Puedo identificar efectos negativos de la contaminación del agua subterránea.

	Prueba inicial		Prueba final		Sig. (bilateral)
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Totalmente en desacuerdo	11	31,4	3	8,6	,000
En desacuerdo	8	22,9	3	8,6	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	14	40,0	5	14,3	

De acuerdo	2	5,7	21	60,0
Totalmente de acuerdo	0	0	3	8,6
Total	35	100,0	35	100,0

Dimensión 2: Actitudes hacia el cuidado ambiental

La Tabla 3 muestra un aumento significativo en la disposición de los estudiantes a modificar hábitos ambientales: las respuestas neutrales y en desacuerdo, que predominaban inicialmente, disminuyen notablemente tras la intervención, mientras que el 57,1 % pasa a estar de acuerdo y un 8,6 % totalmente de acuerdo. La prueba de significancia bilateral es menor $\alpha = ,05$ ($,000 < ,05$) confirma que el cambio es estadísticamente relevante. Estos resultados coinciden con la OMS (2021) y con Barros y Fernández (2020), quienes señalan que los procesos educativos participativos fortalecen la conciencia ambiental y la motivación para adoptar conductas sostenibles. En conjunto, los datos evidencian que la intervención mejoró tanto la comprensión como la disposición de los estudiantes para actuar en favor del ambiente.

Tabla 3: Estoy dispuesto(a) a cambiar hábitos para proteger el medio ambiente

	Prueba inicial		Prueba final		Sig. (bilateral)
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Totalmente en desacuerdo	9	25,7	2	5,7	,000
En desacuerdo	11	31,4	3	8,6	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	13	37,1	7	20,0	
De acuerdo	2	5,7	20	57,1	
Totalmente de acuerdo	0	0	3	8,6	
Total	35	100,0	35	100,0	

Los resultados muestran un cambio claro en la valoración del recurso hídrico tras la intervención pedagógica. Mientras en la fase inicial predominaban posturas negativas, en la evaluación final se observa una inclinación marcada hacia opiniones favorables, lo que evidencia una transformación sustancial en la percepción estudiantil. La prueba de significancia confirma que este cambio no es accidental, sino consecuencia directa del proceso formativo. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Marín y Romero (2024), quienes sostienen que los valores ambientales se fortalecen cuando los aprendizajes se vinculan con la realidad ecológica del territorio. De igual manera, se relacionan con lo

expuesto por Olmos Ariza y Canales (2022), para quienes la educación ambiental crítica permite reconocer la vulnerabilidad de los recursos naturales y asumir actitudes responsables frente a su protección. En conjunto, los resultados evidencian no solo una mejora en el conocimiento, sino también un avance hacia una postura ética y reflexiva en torno a la conservación del agua subterránea.

Tabla 4: Considero que el agua subterránea debe cuidarse como cualquier otro recurso natural

	Prueba inicial		Prueba final		Sig. (bilateral)
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Totalmente en desacuerdo	23	65,7	2	5,7	,000
En desacuerdo	9	25,7	3	8,6	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	5,7	8	22,9	
De acuerdo	1	2,9	17	48,6	
Totalmente de acuerdo	0	0	5	14,3	
Total	35	100,0	35	100,0	

Dimensión 3: Prácticas ecológicas adoptadas

La Tabla 5 evidencia un cambio significativo en la participación ambiental: el 85,7 % de los estudiantes que inicialmente estaba totalmente en desacuerdo pasó, tras la intervención, a ubicarse mayoritariamente en las categorías de acuerdo (57,1 %) y totalmente de acuerdo (20 %). La prueba de significancia bilateral es menor $\alpha = ,05$ ($,000 < ,05$), confirma que estas diferencias son estadísticamente relevantes. Estos resultados coinciden con Angrosino (2016), quien destaca que las experiencias prácticas fortalecen la implicación comunitaria, y con Leff (2019), quien plantea que la educación ambiental debe promover acción y corresponsabilidad. En conjunto, los datos muestran que la intervención no solo sensibilizó, sino que motivó una participación ambiental activa en los estudiantes.

Tabla 5: Participo en actividades ambientales en mi escuela o comunidad

	Prueba inicial		Prueba final		Sig. (bilateral)
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Totalmente en desacuerdo	30	85,7	2	5,7	,000
En desacuerdo	4	11,4	2	5,7	
Ni de acuerdo ni en	1	2,9	4	11,4	



desacuerdo				
De acuerdo	0	0	20	57,1
Totalmente de acuerdo	0	0	7	20,0
Total	35	100,0	35	100,0

La Tabla 6 evidencia un cambio significativo en la disposición de los estudiantes a reutilizar el agua: las respuestas en desacuerdo, que inicialmente sumaban más del 80 %, prácticamente desaparecen tras la intervención, mientras que aumentan las respuestas neutrales y positivas. La significancia bilateral es menor $\alpha = ,05$ ($,000 < ,05$) confirma la efectividad de la estrategia. Estos resultados coinciden con lo propuesto por el Ministerio de Ambiente (2012) y Li (2024), quienes señalan que las actividades prácticas y contextualizadas fomentan hábitos sostenibles. En conjunto, los datos muestran que la intervención no solo aumentó la comprensión sobre el cuidado del agua, sino que generó cambios reales en las prácticas de reutilización.

Tabla 6: Reutilizo el agua cuando es posible

	Prueba inicial		Prueba final		Sig. (bilateral)
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Totalmente en desacuerdo	15	42,9	1	2,9	,000
En desacuerdo	14	40,0	8	22,9	
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	14,3	21	60,0	
De acuerdo	1	2,9	5	14,3	
Totalmente de acuerdo	0	0	35	100,0	
Total	35	100,0			

Los resultados evidencian un avance significativo en el conocimiento que los estudiantes poseen sobre la contaminación de las aguas subterráneas. Se observa una clara disminución de las posturas negativas y un incremento sostenido de las respuestas favorables tras la intervención pedagógica. La significancia estadística obtenida demuestra que estos cambios no son producto del azar, sino consecuencia directa del proceso educativo implementado. Esta mejora coincide con lo planteado por Córdoba (2018), quien afirma que las estrategias de educación ambiental estructuradas fortalecen la comprensión de problemáticas ecológicas complejas. Asimismo, las intervenciones contextualizadas permiten

consolidar una conciencia ecológica más sólida.

De manera complementaria, otros indicadores del conocimiento muestran un aumento destacado de las respuestas afirmativas relacionadas con la comprensión de los efectos ambientales, lo cual se alinea con Viveros (2022) y Touré et al. (2025), quienes señalan que las actividades experienciales favorecen la apropiación crítica de los conceptos ambientales cuando se vinculan con situaciones reales del entorno. En conjunto, los hallazgos permiten afirmar que la intervención fortaleció la base cognitiva de los estudiantes, que promueve una comprensión más crítica y profunda del fenómeno de la contaminación de las aguas subterráneas.

En relación con las actitudes hacia el cuidado ambiental, los resultados también reflejan un cambio significativo. Antes de la intervención predominaban posturas neutrales o negativas, mientras que después se evidencia una mayor disposición a modificar hábitos y asumir conductas proambientales. La significancia estadística respalda esta transformación actitudinal, lo que confirma la efectividad de la estrategia pedagógica. Estos hallazgos coinciden con los planteamientos de la Organización Mundial de la Salud (2021), según los cuales los procesos educativos influyen de manera directa en la conciencia individual y colectiva frente a los riesgos ambientales. También se relacionan con lo expuesto por Barros y Fernández (2020), quienes sostienen que la participación activa en procesos pedagógicos promueve actitudes favorables y motiva el cambio conductual. La coherencia entre los diferentes indicadores demuestra que la intervención no solo fortaleció el conocimiento ambiental, sino que también incrementó la motivación y predisposición de los estudiantes para actuar en favor del medio ambiente.

Finalmente, en cuanto a las prácticas ambientales adoptadas, los resultados muestran transformaciones concretas en la participación y en los hábitos sostenibles. Inicialmente, la disposición a involucrarse en actividades ambientales era mínima, pero tras la intervención se observa un aumento significativo en el compromiso y la intención de participar en acciones comunitarias. Este cambio se relaciona con lo expuesto por Angrosino (2016), quien sostiene que las experiencias prácticas y situadas fortalecen la implicación comunitaria, y con Leff (2019), quien afirma que la educación ambiental debe promover la acción colectiva y la corresponsabilidad social.

Asimismo, se evidencian mejoras notorias en la práctica de reutilización del agua, aspecto que coincide



con lo propuesto por el Ministerio de Ambiente (2012), que destaca la importancia de fomentar hábitos cotidianos de ahorro y uso responsable del recurso hídrico. Los aportes de Li (2024) complementan esta interpretación al señalar que las actividades prácticas vinculadas al entorno generan cambios reales en los comportamientos ambientales. En conjunto, los resultados muestran que la intervención no solo incrementó la comprensión y las actitudes proambientales, sino que también impulsó prácticas ecológicas concretas, especialmente en lo referente al uso responsable y la reutilización del agua.

Metaanálisis cualitativo de las notas de campo

El análisis transversal de las distintas estrategias pedagógicas implementadas revela patrones consistentes que permiten comprender la progresión del aprendizaje ambiental de los estudiantes y el impacto global de la intervención. En primer lugar, se identifica un patrón de avance cognitivo acumulativo, donde las primeras actividades (centradas en la comprensión conceptual del ciclo del agua subterránea) evidenciaron dudas iniciales, desconocimiento sobre la diferencia entre aguas superficiales y subterráneas y sorpresa ante fenómenos básicos de filtración. Sin embargo, conforme avanzaron las experiencias, los estudiantes lograron integrar conceptos científicos a partir de analogías, experimentos y observaciones empíricas, que muestran un dominio creciente en la feria final. Este progreso cognitivo se fortaleció gracias a la vinculación sistemática entre teoría y contexto, lo que permitió que los aprendizajes fueran significativos, situados y transferibles.

En segundo lugar, se observa un proceso de consolidación procedimental, en el que los estudiantes pasaron de ser observadores a investigadores activos. La toma de muestras, el uso de instrumentos de laboratorio, el registro en bitácoras y la elaboración de materiales comunicativos funcionaron como espacios formativos donde adquirieron habilidades científicas y expresivas. El metaanálisis muestra que la participación fue más autónoma a medida que avanzaba la intervención, evidenciada en la propuesta de hipótesis, la comparación crítica de datos, la producción de guiones y la creación de maquetas y cápsulas radiales. Este desarrollo procedimental indica la interiorización del método científico y su aplicación a problemas ambientales reales.

En tercer lugar, las notas revelan una transformación actitudinal sostenida, especialmente visible en las actividades comunitarias y de sensibilización. Desde expresiones espontáneas de preocupación por la contaminación hasta la organización autónoma de grupos de trabajo, los estudiantes mostraron un



avance desde una postura pasiva hacia una actitud de corresponsabilidad ambiental. El análisis transversal señala que esta evolución estuvo mediada por el contacto directo con el territorio, la interacción con la comunidad y el reconocimiento de las prácticas locales que afectan el agua subterránea. Las campañas, dramatizaciones y la feria final consolidaron esta dimensión, pues las producciones estudiantiles reflejaron empatía socioambiental, sentido de agencia y clara disposición al cambio.

Finalmente, el metaanálisis permite identificar un mecanismo pedagógico central: la integración equilibrada entre experiencia práctica, reflexión crítica y acción comunicativa. Las estrategias no actuaron de manera aislada; por el contrario, cada una reforzó a la anterior y preparó el terreno para la siguiente. La secuencialidad (comprender, investigar, comunicar, actuar) generó un ciclo formativo que fortaleció de manera simultánea las dimensiones cognitiva, procedimental y actitudinal. Así, el impacto no solo se reflejó en la comprensión conceptual, sino también en la capacidad de relacionar saberes con la vida cotidiana y en la emergencia de comportamientos y discursos orientados a la protección del agua subterránea. Este metaanálisis confirma que la propuesta pedagógica resultó coherente, significativa e integral, que logra transformaciones observables en el pensamiento, las prácticas y las actitudes ambientales de los estudiantes.

CONCLUSIONES

La intervención pedagógica logró un fortalecimiento significativo del conocimiento sobre la contaminación de las aguas subterráneas. Los resultados cuantitativos mostraron incrementos estadísticamente relevantes en la comprensión del ciclo del agua subterránea, los procesos de filtración y las fuentes de contaminación. De manera complementaria, las observaciones cualitativas evidenciaron que los estudiantes desarrollaron explicaciones más precisas, formularon preguntas críticas y conectaron los aprendizajes con situaciones reales de su entorno. Esto confirma que las estrategias integradas —aula ambiental, laboratorio escolar y trabajo en territorio— facilitaron la construcción de un conocimiento profundo y contextualizado.

Se produjo también un cambio favorable en las actitudes ambientales de los estudiantes. Las pruebas aplicadas reflejaron una reducción de posturas neutras o negativas y un incremento notable de actitudes proambientales. Los registros de campo reforzaron estos hallazgos, al observarse expresiones de



preocupación por la contaminación, reflexiones autónomas sobre hábitos familiares y una motivación creciente para actuar en favor del ambiente. Esto muestra que las experiencias participativas fortalecieron la sensibilidad ecológica y el compromiso ético frente al cuidado del agua.

La propuesta generó además transformaciones concretas en las prácticas ecológicas de los estudiantes. Los datos indican una mayor disposición a participar en acciones comunitarias y a adoptar prácticas de uso responsable del agua. Tales tendencias se reflejaron en conductas observadas durante las actividades, como la organización autónoma en jornadas de limpieza, la apropiación del método científico en el laboratorio, la reutilización del agua en el hogar y la participación activa en campañas de sensibilización. En conjunto, esto demuestra que el aprendizaje trascendió el plano conceptual para convertirse en acciones reales y sostenibles.

El modelo pedagógico integral favoreció un aprendizaje significativo y transferible. La articulación entre investigación escolar, educación experiencial, comunicación socioambiental y acción comunitaria permitió que los estudiantes no solo comprendieran el problema, sino que asumieran un rol activo dentro y fuera de la escuela. La Feria Ecohidrológica reafirmó esta apropiación, al evidenciar dominio conceptual, creatividad, liderazgo y capacidad para divulgar conocimientos ambientales. El proceso formativo se mostró pertinente, motivador y coherente con las necesidades del contexto.

Asimismo, la estrategia fortaleció los vínculos entre escuela, comunidad y territorio. La participación de docentes, familias y actores comunitarios amplió el alcance del proyecto, que genera espacios de diálogo intergeneracional y prácticas colaborativas orientadas a la conservación del agua. Este vínculo favoreció la legitimación social del aprendizaje y consolidó la corresponsabilidad ambiental como un propósito colectivo.

En síntesis, la intervención pedagógica “Acuífero Vivo” demostró ser eficaz para promover una comprensión crítica, una actitud responsable y prácticas sostenibles relacionadas con la protección del agua subterránea. Al integrar estrategias basadas en el aprendizaje activo, el trabajo territorial y la comunicación socioambiental, el proceso educativo logró transformar percepciones, fortalecer competencias y generar acciones ambientales concretas. En conjunto, la propuesta contribuyó a la formación de una ciudadanía ecológica capaz de interpretar, valorar y proteger los recursos hídricos de su entorno.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Álvarez, J. (2019). *Impacto de la contaminación de las aguas subterráneas por agroquímicos en la salud pública en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Angrosino, M. (2016). *Etnografía y observación participante*. Ediciones Morata.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396–403.
<https://doi.org/10.9734/BJAST/2015/14975>
- Antão, A. M. (2023). *Groundwater contamination and the invisible crisis of sustainability*. Eurogeologists.
- Banguera, Y. & León, A. P. (2024). Las huertas y la seguridad alimentaria en estudiantes de la educación básica en una escuela rural y urbana, en E. Serna (ed.). *Ciencia Transdisciplinar en la Nueva Era Revisión sistemática* (3ª ed.) (pp. 429-440). Editorial Instituto Antioqueño de Investigación.
- Barros, F., & Fernández, A. (2020). *Impacto de la contaminación del agua subterránea en la regeneración ecológica*. *Environmental Science & Technology*, 45(8), 2250-2259.
<https://doi.org/10.1021/est.9b01093>
- Bento, S. (2024). Ethical reflections on groundwater in contaminated areas. *Sustainable Water Resources Management*. *Sustainable Water Resources Management*, 10(5).
<https://doi.org/10.1007/s40899-023-00983-3>
- Córdoba, F. (2018). *Estrategias de participación comunitaria en la conservación de los recursos hídricos en Buenaventura*. Universidad del Valle.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.
- Fiquitiva, A. C. (2024). *Índice socioambiental de la calidad del agua para consumo humano en fuentes subterráneas rurales: caso Cota, Cundinamarca* [trabajo de grado de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional UDFPS.
<https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/92e573fe-8e9f-49f3-a1fd-4ffa2d20b741/content>



- García, P., & López, R. (2021). Métodos mixtos con enfoque transformativo en investigaciones socioambientales. *Revista Iberoamericana de Investigación Educativa*, 16(3), 145–166.
- González, Y. (2023). *Evaluación de la calidad de las aguas subterráneas del sistema acuífero del golfo de Urabá-Colombia* [trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional UA. <http://bibliotecadigital.udea.edu.co/>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2023). *Estudio Nacional del Agua 2022* (ENA 2022). Bogotá: IDEAM. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/resumen_ejecutivo_estudio_nacional_del_agua_2022_0.pdf
- Lapworth, D., Boving, T., Brauns, B., Hynds, P., Kebede, S., Kreamer, D., Misstear, B., Mukherjee, A., Re, V., & Sorensen, J. (2023). Groundwater quality: global challenges, emerging threats and novel approaches. *Hydrogeology Journal*, 31, 15–18. <https://doi.org/10.1007/s10040-022-02542-0>
- Leff, E. (2019). *Ecología política: De la deconstrucción del capital a la territorialización de la vida*. Siglo XXI Editores.
- Li, X., Zhang, X., Zhao, M., Wang, Z., & Fan, C. (2024). Application of decentralized wastewater treatment systems: performance and advantages for rural reuse. *Sustainability*, 16, 8635. <https://doi.org/10.3390/su16198635>
- Ministerio de Ambiente. (2012). Resolución 1594. *Normas para el Manejo de Aguas Residuales*. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/calidad/vertimientos-y-reuso-de-aguas-residuales>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Estadísticas sanitarias mundiales 2020: monitoreando la salud para los ODS, objetivo de desarrollo sostenible*. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005105>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Estadísticas sanitarias mundiales 2020: monitoreando la salud para los ODS, objetivo de desarrollo sostenible*. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005105>

Ospina, S. (2023). *Estrategia para la generación de conocimiento y apropiación por el recurso hídrico subterráneo en el acuífero del Abanico del Quindío, Risaralda y Valle del Cauca* [trabajo de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio UTP.

<https://hdl.handle.net/11059/14735>

Sauvé, L. (2020). *La educación ambiental: Fundamentos, enfoques y perspectivas*. Universidad de Quebec – Centro de Investigación en Educación y Formación.

Touré, A. B., Bangoura, F. M., Diaby, M., Grovogui, F., Diaby, M., Bangoura, M., & Kourouma, M. (2025). *Knowledge, attitudes, and practices of people living in artisanal mining areas on water pollution in Siguiri, Guinea*. *Frontiers in Public Health*.

Viveros, M. (2022). *Estrategias ambientales para la conservación de la quebrada San Benito, municipio de Popayán* [trabajo de grado, Fundación Universitaria Los Libertadores]. Repositorio institucional FULL.

<https://repository.libertadores.edu.co/server/api/core/bitstreams/4e079897-cbb8-4702-9a19-0883580ce8b8/content>

