

EL PROYECTO AMBIENTAL ESCOLAR (PRAE) COMO ESTRATEGIA DE FORTALECIMIENTO DE LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA EN EDUCACIÓN MEDIA RURAL.

Carlos Aurelio Ardila Ramírez¹
cardilara@yahoo.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2060-7395>

**Institución Educativa
Colegio Lizcano Flórez,
Matanza, Santander
Colombia**

Leidy Janeth Carvajal Pico²
leidycarvajal854@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9181-4864>

**Institución Educativa
Francisco de Paula Santander
Bucaramanga, Santander
Colombia**

Recibido: 11/12/2025

Revisado: 13/01/2026

Aprobado: 16/02/2026

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo como respuesta a las dificultades observadas en los estudiantes de décimo grado del Colegio Lizcano Flórez, situado en una zona rural de Matanza, Santander, quienes presentaban bajos niveles de argumentación y rendimiento en el área de Ciencias Naturales. Frente a esta problemática, se propuso fortalecer la competencia argumentativa mediante la implementación del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), enfocado en la gestión de residuos sólidos. El estudio utilizó un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental sin grupo de control, aplicando una prueba inicial y una prueba final para evaluar los niveles de argumentación antes y después de la intervención pedagógica. La muestra estuvo compuesta por 19 estudiantes, quienes participaron en actividades didácticas contextualizadas y orientadas al pensamiento crítico. Los resultados evidenciaron un avance significativo en la estructura y coherencia

¹ Docente de primaria Colegio Lizcano Flórez, Matanza – Santander, Magister en Pedagogía Universidad Industrial de Santander UIS Bucaramanga, Santander-Colombia.

² Docente de primaria en la Institución Educativa Francisco de Paula Santander – Bucaramanga. Magister en Gestión de la Tecnología Educativa Universitaria de Santander UDES Bucaramanga – Colombia.

de los argumentos, mostrando una evolución desde niveles descriptivos hacia niveles con justificación y respaldo teórico. Se concluye que el PRAE es una estrategia eficaz para fortalecer la argumentación, integrar el conocimiento científico con el contexto ambiental y promover un aprendizaje significativo en entornos rurales, lo que implica la necesidad de incorporar metodologías activas y proyectos contextualizados en la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: argumentación, educación ambiental, proyecto PRAE, competencias científicas, aprendizaje significativo.

THE SCHOOL ENVIRONMENTAL PROJECT (PRAE) AS A STRATEGY FOR STRENGTHENING SCIENTIFIC ARGUMENTATION IN RURAL SECONDARY EDUCATION

ABSTRACT

The research was carried out in response to the difficulties observed in tenth-grade students at Lizcano Flórez School, located in a rural area of Matanza, Santander, who exhibited low levels of argumentation and performance in the Natural Sciences area. In view of this problem, it was proposed to strengthen argumentative competence through the implementation of the School Environmental Project (PRAE), focused on solid waste management. The study used a quantitative approach, with a quasi-experimental design without a control group, applying a pre-test and a post-test to evaluate argumentation levels before and after the educational intervention. The sample consisted of 19 students, who participated in contextualized didactic activities aimed at critical thinking. The results showed significant progress in the structure and coherence of arguments, demonstrating an evolution from levels descriptive towards levels with justification and theoretical support. It is concluded that PRAE is an effective strategy to strengthen argumentation, integrate scientific knowledge with the environmental context, and promote meaningful learning in rural settings, which implies the need to incorporate active methodologies and contextualized projects in science teaching.

Keywords: argumentation, environmental education, PRAE project, scientific skills, meaningful learning.

INTRODUCCIÓN

En las zonas rurales de Colombia, la enseñanza de las ciencias enfrenta importantes retos debido a prácticas pedagógicas tradicionales que se enfocan en la transmisión de contenidos y la memorización de conceptos, lo que limita el desarrollo del pensamiento crítico y la habilidad para argumentar de los estudiantes. Esta situación se refleja en los bajos puntajes obtenidos por los alumnos del Colegio Lizcano Flórez en las pruebas Saber 11, especialmente en el área de Ciencias Naturales, donde predominan respuestas descriptivas y con poca justificación de los fenómenos observados. La argumentación, entendida como la capacidad de respaldar ideas con razones válidas, es un aspecto fundamental del aprendizaje científico, ya que favorece la comprensión, la explicación y la toma de decisiones fundamentadas (Camps y Dolz, 1995; Ruiz et al., 2015).

Ante esta problemática, se reconoce el potencial del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) como una estrategia pedagógica que conecta los conocimientos científicos con las realidades del entorno, fomentando el pensamiento crítico y la participación activa de los estudiantes en la solución de problemas ambientales locales. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo analizar la efectividad del PRAE en el fortalecimiento de la capacidad de argumentación de los estudiantes de décimo grado del Colegio Lizcano Flórez, tomando como tema el "manejo de residuos sólidos". Su importancia radica en demostrar que los proyectos ambientales escolares no solo

contribuyen a la formación ecológica y ciudadana, sino que también refuerzan las competencias comunicativas y cognitivas necesarias para un aprendizaje científico significativo en contextos rurales.

En el ámbito educativo actual, la formación científica de los estudiantes representa un desafío global, especialmente en un contexto donde la sociedad demanda ciudadanos críticos, capaces de argumentar, analizar y tomar decisiones fundamentadas. Diversas investigaciones (Osborne, 2012; Mercer, 2001) indican que la enseñanza de las ciencias debe ir más allá de la simple transmisión de conceptos para promover procesos de razonamiento, diálogo y construcción colectiva del conocimiento. En este sentido, la argumentación científica se reconoce como una competencia fundamental para el aprendizaje significativo, ya que favorece la comprensión de fenómenos naturales y la apropiación del pensamiento científico.

A nivel nacional, los resultados de las pruebas Saber 11 en Colombia han mostrado dificultades persistentes en el área de Ciencias Naturales. Según el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES, 2019), una gran parte de los estudiantes se encuentra en niveles básicos de desempeño, lo que indica limitaciones en su capacidad para justificar, analizar y comunicar ideas científicas de manera coherente. Estas debilidades están relacionadas con prácticas pedagógicas tradicionales enfocadas en la memorización y con la poca integración de metodologías activas que conecten la ciencia con la realidad social y ambiental.

En el ámbito local, el Colegio Lizcano Flórez, situado en una zona rural del municipio de Matanza, Santander, presenta un contexto educativo caracterizado por bajos resultados académicos, escasa participación estudiantil y poca motivación hacia el aprendizaje de las ciencias. Esta situación justifica la necesidad de implementar estrategias didácticas que incorporen el entorno natural como recurso pedagógico y que fortalezcan las competencias argumentativas a partir de la experiencia práctica. En este contexto, los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) se establecen como un enfoque educativo completo que va más allá de la simple transmisión de conocimientos ecológicos, convirtiéndose en un punto de conexión entre la educación ambiental y el desarrollo del pensamiento científico. Su adopción en las instituciones educativas facilita una comprensión crítica acerca de las interacciones entre el ser humano y su entorno, animando a los estudiantes a observar, examinar y reaccionar ante los desafíos ambientales desde un enfoque investigativo y reflexivo. Así, los PRAE fomentan procesos de investigación, generación de hipótesis, pruebas y argumentación, elementos fundamentales del pensamiento científico, al mismo tiempo que refuerzan la conciencia ética y social sobre la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

La intervención se basó en un enfoque pedagógico constructivista y socio-constructivista, que reconoce al estudiante como un sujeto activo de su aprendizaje, capaz de construir conocimiento mediante la interacción con sus compañeros y con el entorno. Desde esta perspectiva, el PRAE "Manejo de residuos sólidos" se utilizó como

eje transversal para fortalecer la argumentación científica a través de actividades didácticas de observación, análisis y debate.

El estudio utilizó un diseño cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo, realizando un pretest y un posttest para evaluar los niveles de argumentación antes y después de la intervención. La muestra estuvo compuesta por 19 estudiantes de décimo grado, quienes participaron en sesiones de aprendizaje integradas al proyecto ambiental.

Por lo tanto, la investigación tuvo como objetivo analizar la efectividad del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) en el fortalecimiento de la argumentación de los estudiantes de décimo grado del Colegio Lizcano Flórez. La pregunta principal que guió el estudio fue: ¿Qué cambios se observan en la capacidad argumentativa de los estudiantes de décimo grado del Colegio Lizcano Flórez al implementar el PRAE como parte de la enseñanza en el área de Ciencias Naturales?

MARCO TEÓRICO

El aprendizaje de las ciencias en la escuela actual requiere superar los métodos tradicionales de enseñanza que se basan en la transmisión lineal de contenidos y la repetición mecánica de conceptos. Este enfoque, que coloca al docente como la única fuente de conocimiento, ha demostrado ser insuficiente para formar estudiantes críticos y reflexivos, capaces de entender los fenómenos científicos y aplicarlos a su realidad. En contraste, las teorías constructivistas y socioconstructivistas proponen un enfoque

dinámico en el que el conocimiento se construye activamente, en lugar de recibirse de manera pasiva. Estas teorías destacan el papel central del estudiante, quien aprende a partir de la interacción entre sus conocimientos previos, la nueva información y las experiencias significativas que se generan en el aula y en su entorno.

Piaget (1970) sostiene que el aprendizaje es un proceso de reorganización cognitiva que se da mediante la asimilación y la acomodación, donde el individuo reconstruye sus esquemas mentales al enfrentarse a nuevos desafíos intelectuales. Por su parte, Ausubel (1983) enfatiza la importancia de los aprendizajes significativos, en los cuales los nuevos conocimientos se integran en estructuras previas, otorgando sentido y durabilidad a lo aprendido. Este principio es fundamental en la enseñanza de las ciencias, ya que evita el aprendizaje memorístico y fomenta una comprensión profunda de los fenómenos naturales.

A su vez, Vygotsky (1979) amplía la perspectiva al incluir la dimensión social y cultural del aprendizaje, sosteniendo que el conocimiento se construye mediante la interacción con otros y a través del lenguaje como herramienta mediadora. Desde este punto de vista, el aprendizaje no es un proceso individual, sino una actividad social compartida, en la que el diálogo, la cooperación y la argumentación permiten avanzar hacia niveles superiores de desarrollo cognitivo. Su concepto de zona de desarrollo próximo demuestra que el aprendizaje se potencia en la interacción guiada con otros, lo que justifica la necesidad de estrategias colaborativas en el aula.

Bajo este enfoque, el papel del docente se redefine profundamente. Deja de ser un simple transmisor de información para convertirse en un mediador cognitivo y social, capaz de diseñar situaciones de aprendizaje que fomenten la reflexión, el intercambio de ideas y la construcción colectiva del conocimiento. En la enseñanza de las ciencias, este rol implica crear experiencias en las que los estudiantes observen, analicen, discutan, formulen hipótesis y elaboren argumentos basados en evidencia. En este contexto, la argumentación se consolida como un proceso pedagógico fundamental, ya que conecta la comprensión conceptual con el razonamiento lógico y la comunicación científica. Así, el aula se transforma en un espacio de diálogo donde el error y la duda se valoran como oportunidades para aprender, y donde la construcción del saber se entiende como una práctica social, crítica y emancipadora.

La argumentación es una de las competencias más complejas y formativas dentro del proceso educativo, especialmente en el ámbito de las ciencias, donde la construcción del conocimiento depende del diálogo entre evidencias, razonamientos y teorías. No se trata solo de expresar una opinión o dar una respuesta correcta, sino de fundamentar ideas mediante razones lógicas, pruebas empíricas y conexiones conceptuales coherentes. En este sentido, la argumentación se convierte en un medio para aprender a pensar, comunicar y actuar científicamente. Según Camps y Dolz (1995), argumentar implica tomar una posición ante un problema, justificarla con criterios racionales y persuadir a otros de su validez, un proceso que requiere tanto rigor conceptual como apertura al debate.

Diversos autores (Toulmin, 2007; Jiménez, 2010; Ruiz et al., 2015) coinciden en que enseñar a argumentar implica enseñar a razonar con evidencia, es decir, a establecer relaciones entre datos, conclusiones y garantías teóricas que expliquen por qué algo es válido o posible. Toulmin (2007) propuso un modelo de estructura argumentativa que incluye elementos esenciales como los datos (evidencias), la garantía (principio que conecta datos y conclusión), el respaldo teórico, los moduladores (grado de certeza) y las refutaciones. Este esquema permite evaluar la calidad del pensamiento científico al distinguir entre simples afirmaciones y argumentos fundamentados. En la escuela, su aplicación ayuda a los estudiantes a comprender que la ciencia no es un conjunto de verdades absolutas, sino un proceso discursivo, revisable y sustentado en la lógica del razonamiento.

Sin embargo, en la práctica escolar, la argumentación suele limitarse a la repetición de conceptos o a la defensa de opiniones sin respaldo empírico. Esta limitación se acentúa en contextos rurales, donde las oportunidades de debate y reflexión son escasas y el lenguaje científico resulta distante. Ante esto, promover la argumentación científica en el aula implica democratizar la palabra, fomentar la participación activa y reconocer el valor de la experiencia cotidiana como punto de partida para la construcción del conocimiento. Argumentar, en este sentido, no solo mejora la comprensión conceptual, sino que fortalece la autoestima cognitiva del estudiante, al permitirle verse como un sujeto capaz de producir conocimiento y defender sus ideas con fundamentos válidos.

La argumentación también cumple una función ética y ciudadana. Al aprender a justificar sus posturas, escuchar a los demás y evaluar críticamente las razones ajenas, los estudiantes desarrollan habilidades para la convivencia democrática y la toma de decisiones informadas. En el ámbito de las ciencias, esto se traduce en una actitud investigativa permanente, orientada a la búsqueda de explicaciones y soluciones a los problemas del entorno. Por lo tanto, enseñar a argumentar es enseñar a pensar científicamente y a actuar responsablemente.

Desde una perspectiva crítica, esta investigación sostiene que fortalecer la competencia argumentativa no debe considerarse un objetivo aislado del currículo, sino un eje articulador de todas las áreas del conocimiento. En la educación rural, donde los aprendizajes suelen fragmentarse y el acceso a recursos es limitado, la argumentación ofrece un camino pedagógico para integrar saberes, potenciar la reflexión sobre la realidad local y fomentar una ciencia escolar contextualizada, activa y con sentido.

Los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) representan una de las estrategias más importantes promovidas por la política educativa colombiana para integrar la dimensión ambiental en la vida escolar. Establecidos a partir de la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) y regulados por el Decreto 1743 de 1994, los PRAE se conciben como un conjunto de acciones pedagógicas, investigativas y comunitarias dirigidas al reconocimiento y transformación del entorno. Más que una actividad adicional, el PRAE busca incorporar el componente ambiental en el currículo, fomentando la participación activa de la comunidad educativa y el desarrollo de una

conciencia ecológica crítica. Por lo tanto, su implementación responde no solo a un mandato normativo, sino a una necesidad urgente de replantear la educación desde una perspectiva sostenible, interdisciplinaria y participativa.

Desde el punto de vista pedagógico, el PRAE se alinea con los principios del aprendizaje activo y la pedagogía por proyectos, que promueven un aprendizaje significativo mediante la resolución de problemas reales del entorno. En este sentido, Freire (1970) sostiene que la educación debe orientarse hacia una praxis transformadora, donde el sujeto no solo conozca la realidad, sino que actúe sobre ella para cambiarla. Los proyectos ambientales escolares materializan este principio, ya que colocan al estudiante frente a problemáticas concretas —como el manejo de residuos, la conservación del agua o la protección de ecosistemas locales— y lo invitan a investigar, reflexionar, dialogar y proponer alternativas. Esta dinámica favorece no solo el desarrollo de competencias científicas, sino también de competencias comunicativas, ciudadanas y éticas.

Así, el PRAE se convierte en un espacio privilegiado para fortalecer la argumentación científica. La administración de desechos sólidos, como un tema central del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), enfrenta a los alumnos con situaciones reales y complejas que requieren más que simplemente observar o llegar a conclusiones basadas en la experiencia. Al tratar temas como la separación, disminución o reutilización de residuos, los estudiantes deben no solo recopilar datos, sino también desarrollar explicaciones justificadas que vinculen sus observaciones con principios científicos y

aspectos éticos o sociales. El PRAE, al enfocar problemas ambientales específicos, obligan a los estudiantes a ir más allá de la simple descripción y a elaborar argumentos basados en conceptos como el reciclaje, la capacidad de biodegradarse, el equilibrio del medio ambiente o la sostenibilidad.

La educación ambiental, al ser un campo interdisciplinario, requiere la integración de distintos lenguajes y formas de razonamiento: técnico, social, ético y científico. Esta convergencia promueve la capacidad de argumentar desde múltiples perspectivas, lo que amplía el horizonte cognitivo y comunicativo de los estudiantes. En contextos rurales, donde la experiencia directa con el entorno es una fuente constante de aprendizaje, el PRAE adquiere un valor aún mayor al permitir que el conocimiento científico surja del contacto cotidiano con la naturaleza.

Sin embargo, su impacto depende del rol del docente como mediador entre la experiencia práctica y la reflexión teórica. Cuando el PRAE se lleva a cabo de forma superficial, como un mero cumplimiento institucional, pierde su potencial formativo. Por el contrario, al integrarse en el currículo como una estrategia pedagógica transversal, guiada por la investigación escolar y la argumentación, se transforma en una herramienta didáctica poderosa para resignificar el aprendizaje de las ciencias. De esta manera, los proyectos ambientales no solo fomentan la sensibilización ecológica, sino que también desarrollan la capacidad de pensar críticamente sobre los problemas socioambientales y de defender las propias ideas ante la comunidad educativa.

Desde una perspectiva crítica, los PRAE representan una oportunidad para democratizar el conocimiento científico en la escuela. Permiten que los estudiantes entiendan la ciencia como una práctica social situada, relacionada con la vida cotidiana y el bienestar colectivo. Esta visión contrasta con la enseñanza tradicional, que presenta la ciencia como un saber abstracto y desvinculado del contexto. Así, el PRAE ofrece una vía alternativa para la formación integral, en la que la argumentación se convierte en un puente entre el conocimiento, la acción y la transformación social. En resumen, la educación ambiental basada en la argumentación no solo enseña a cuidar el entorno, sino también a comprenderlo, interpretarlo y defenderlo racionalmente, fortaleciendo tanto la conciencia ecológica como las competencias comunicativas y científicas.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo con un enfoque cuantitativo, orientado a medir de manera objetiva los cambios generados por la intervención pedagógica. Este enfoque permitió establecer relaciones entre las variables definidas —la implementación del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) como estrategia didáctica y el fortalecimiento de la competencia argumentativa— mediante la comparación de los resultados obtenidos en dos momentos del proceso educativo. El enfoque cuantitativo es pertinente cuando se busca describir, analizar y evaluar el grado de transformación en las habilidades cognitivas y comunicativas de los estudiantes a partir de una acción pedagógica

deliberada, basada en evidencia empírica. En este sentido, la investigación no solo se propuso identificar si existía un cambio, sino también cuantificar la magnitud de la mejora en los niveles de argumentación tras la aplicación de la estrategia.

Para cumplir con este objetivo, se adoptó un diseño cuasiexperimental de tipo pretest–posttest sin grupo de control, modalidad metodológica utilizada en contextos educativos donde no es posible asignar aleatoriamente a los participantes. Este diseño se considera adecuado para evaluar los efectos de una intervención en condiciones reales de aula, respetando la dinámica natural del proceso de enseñanza y aprendizaje. La aplicación de un pretest permitió establecer una línea base sobre las capacidades argumentativas iniciales de los estudiantes, mientras que el posttest, aplicado al finalizar la intervención, posibilitó comparar los avances logrados y determinar la efectividad del PRAE como estrategia didáctica.

El carácter cuasiexperimental del estudio no implicó la ausencia de control metodológico, sino la adaptación del mismo a las condiciones del contexto escolar rural. Se implementaron mecanismos de validación interna, como la estandarización de los instrumentos, la aplicación simultánea de pruebas y la triangulación con observaciones de clase, con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados. De esta manera, el diseño permitió observar y analizar los cambios producidos en una misma población antes y después de la experiencia pedagógica, reconociendo que la realidad educativa no es estática ni homogénea, sino un espacio complejo donde interactúan factores sociales, emocionales y culturales.

De esta manera, la metodología escogida proporcionó un camino riguroso para identificar el impacto directo del PRAE en el desarrollo de la competencia argumentativa, al mismo tiempo que respetó las particularidades del entorno rural y la naturaleza participativa del proceso formativo. Esta elección metodológica se basa en la convicción de que los cambios en la argumentación —entendida como una habilidad cognitiva y comunicativa— pueden ser observados, medidos y analizados objetivamente, sin perder de vista la riqueza cualitativa que surge de las interacciones pedagógicas y del contexto en el que se desarrollan.

CONTEXTO Y POBLACIÓN

La investigación se llevó a cabo en el Colegio Lizcano Flórez, una institución educativa pública situada en el municipio de Matanza, departamento de Santander (Colombia). Este municipio presenta características propias de los entornos rurales andinos: una economía fundamentada principalmente en la agricultura, recursos tecnológicos limitados y una infraestructura educativa modesta. Estas condiciones afectan directamente los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que limitan el acceso a materiales didácticos actualizados y el uso frecuente de tecnologías digitales. Sin embargo, estos contextos rurales ofrecen un escenario pedagógico invaluable para el desarrollo de proyectos ambientales y para el aprendizaje experiencial, dado que los estudiantes mantienen una relación cotidiana y directa con su entorno natural.

La institución cuenta con una población estudiantil diversa en edades, intereses y niveles de desempeño académico. En particular, el grado décimo —grupo seleccionado para el estudio— se caracteriza por su heterogeneidad cognitiva y por presentar dificultades en la expresión oral y escrita, especialmente al momento de sustentar ideas o justificar respuestas. Estas dificultades están relacionadas con prácticas de aula centradas en la repetición de información y con pocas oportunidades para la participación argumentativa. A partir de este diagnóstico institucional, se identificó la necesidad de implementar estrategias pedagógicas que fomentaran el desarrollo de la competencia argumentativa como medio para fortalecer el pensamiento crítico y la comprensión de los fenómenos científicos.

La muestra estuvo compuesta por 19 estudiantes, 11 mujeres y 8 hombres, con edades entre 15 y 17 años, quienes participaron de forma voluntaria y con la autorización institucional. La selección del grupo se realizó mediante un muestreo intencional, teniendo en cuenta su disponibilidad, nivel educativo y relevancia para los objetivos de la investigación. Se aseguró la participación equitativa de todos los estudiantes en las actividades planificadas, las cuales se integraron al horario regular de clases del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

El contexto institucional también está relacionado con el desarrollo del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), enfocado en la problemática del manejo inadecuado de residuos sólidos. Esta situación, presente tanto en la escuela como en la comunidad, sirvió como punto de partida para diseñar la intervención didáctica. El proyecto permitió

vincular los contenidos curriculares con una problemática ambiental concreta, favoreciendo la integración entre teoría y práctica. Asimismo, el trabajo dentro del PRAE fomentó la colaboración entre estudiantes, docentes y directivos, consolidando una cultura escolar orientada al cuidado del entorno.

En este contexto, la elección del Colegio Lizcano Flórez como campo de investigación no fue casual. Su ubicación rural y su trayectoria en proyectos ambientales lo convierten en un espacio ideal para analizar cómo una estrategia contextualizada puede influir en el desarrollo de competencias cognitivas y comunicativas. La realidad educativa de esta institución refleja los desafíos comunes de las escuelas rurales colombianas: desigualdad de recursos, diversidad cultural, dificultades en los procesos argumentativos y, al mismo tiempo, un gran potencial pedagógico para generar aprendizajes significativos desde el contexto. Por ello, estudiar esta población permitió comprender de manera más profunda la relación entre educación ambiental, argumentación científica y desarrollo integral de los estudiantes en entornos rurales.

INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

Para recopilar la información se diseñó y aplicó un instrumento de evaluación de la competencia argumentativa, basado en el modelo de Toulmin (2007) y adaptado a los objetivos específicos del estudio. Este instrumento consideró tres dimensiones: (a) estructura argumentativa, que se refiere a la organización lógica de las ideas; (b) uso de

evidencias y justificaciones, que evalúa la relevancia y solidez de los datos empleados; y (c) coherencia discursiva y claridad comunicativa, relacionadas con la forma en que el estudiante expresa y conecta sus argumentos. Cada dimensión fue evaluada mediante una rúbrica analítica con una escala de tres niveles de desempeño: descriptivo, estructurado y crítico-argumentativo. Esta clasificación permitió observar la evolución en la calidad del razonamiento de los participantes antes y después de la intervención.

El instrumento fue sometido a un proceso de validación de contenido a través del juicio de expertos, conformado por tres docentes-investigadores con experiencia en didáctica de las ciencias y en evaluación de competencias comunicativas. Su revisión permitió ajustar la redacción de los ítems, la pertinencia de los indicadores y la claridad de los criterios de desempeño. Posteriormente, se aplicó una prueba piloto a un grupo paralelo de estudiantes de la misma institución, con el objetivo de verificar la comprensión de las instrucciones y la adecuación del lenguaje al contexto rural. Este proceso garantizó la confiabilidad del instrumento y su validez contextual.

La aplicación se llevó a cabo en dos momentos: el pretest, administrado antes de iniciar la intervención, y el posttest, realizado al concluir el proceso pedagógico. Ambos instrumentos se aplicaron en condiciones controladas, dentro del aula regular, con un tiempo máximo de 60 minutos por sesión. Los estudiantes respondieron de manera individual a situaciones problemáticas contextualizadas relacionadas con el manejo de residuos sólidos, que requerían argumentar, justificar y proponer soluciones fundamentadas en principios científicos y en la observación del entorno.

La intervención pedagógica se organizó en cuatro etapas consecutivas, alineadas con el enfoque constructivista y la metodología del aprendizaje basado en proyectos:

ETAPA DIAGNÓSTICA:

Se identificaron las ideas previas de los estudiantes sobre la argumentación y las prácticas ambientales en su comunidad. Se llevaron a cabo entrevistas breves, observaciones en clase y la aplicación de un pretest.

ETAPA DE DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA:

Se crearon talleres, guías y actividades que integraban la enseñanza de las ciencias con los problemas ambientales del colegio, enfocándose en la reflexión, la investigación y el debate.

ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN:

Se realizaron sesiones prácticas y colaborativas donde los estudiantes analizaron casos reales, hicieron observaciones directas, formularon hipótesis y defendieron sus conclusiones mediante debates y exposiciones orales.

ETAPA DE EVALUACIÓN Y REFLEXIÓN:

Los estudiantes redactaron textos argumentativos y participaron en una jornada para socializar los resultados ante la comunidad educativa. Luego se aplicó el postest y se recopilaron evidencias escritas y orales para el análisis final.

Durante todo el proceso, la docente-investigadora llevó bitácoras de observación en las que registró comportamientos, interacciones, expresiones verbales y actitudes de los estudiantes frente a las actividades. Esta información cualitativa complementó los resultados cuantitativos del instrumento principal, permitiendo la triangulación de datos y una mejor comprensión del fenómeno estudiado.

En conjunto, los instrumentos y procedimientos utilizados aseguraron la coherencia metodológica entre el objetivo de la investigación, el diseño cuasiexperimental y la naturaleza participativa de la intervención. Además, permitieron documentar la evolución de los procesos argumentativos, no solo en términos numéricos, sino también en la transformación de las prácticas discursivas, el pensamiento crítico y la sensibilidad ambiental de los estudiantes.

ANÁLISIS DE DATOS

El proceso de análisis de los datos combinó técnicas cuantitativas descriptivas con elementos de interpretación cualitativa, lo que permitió obtener una visión integral del fenómeno estudiado. En una primera etapa, se realizó un tratamiento estadístico básico de los resultados obtenidos en el pretest y postest, con el objetivo de identificar los cambios en los niveles de argumentación de los estudiantes tras la intervención pedagógica. Se aplicaron medidas de frecuencia, porcentaje y variación porcentual, lo que facilitó la comparación entre los desempeños iniciales y finales. Este análisis descriptivo se complementó con el cálculo del porcentaje de incremento relativo para cada uno de los tres niveles de competencia (descriptivo, estructurado y crítico-argumentativo), evidenciando la progresión tanto individual como grupal.

No obstante, el propósito del estudio fue más allá de la simple descripción numérica de los resultados. Por ello, en una segunda fase se incorporó un análisis interpretativo cualitativo, enfocado en comprender los procesos subyacentes al cambio observado. Para ello, se revisaron las producciones escritas de los estudiantes, las grabaciones de los debates y las notas de campo registradas en la bitácora docente. Esta información fue organizada y codificada según categorías analíticas previamente definidas: estructura del argumento, uso de evidencias, coherencia interna, pertinencia del razonamiento y capacidad de refutación. Estas categorías permitieron examinar la

calidad de los argumentos, identificar patrones discursivos y reconocer avances en la articulación entre el conocimiento científico y las prácticas del entorno.

El análisis combinó la cuantificación de los resultados con la valoración cualitativa de los procesos discursivos, garantizando así una comprensión más profunda del impacto de la intervención. Se estableció una triangulación de fuentes (instrumento de evaluación, observaciones directas y producciones estudiantiles) y una triangulación de métodos, contrastando los hallazgos estadísticos con las interpretaciones derivadas de la observación participante. Este enfoque mixto permitió validar los resultados y reducir el sesgo que podría derivarse del uso exclusivo de una sola técnica de análisis.

Además, se realizó una revisión interevaluador para asegurar la fiabilidad de la codificación cualitativa. Un segundo investigador externo revisó una muestra de las producciones estudiantiles y asignó puntajes según la rúbrica utilizada, lo que permitió comparar las valoraciones y calcular un índice de concordancia. Este procedimiento fortaleció la consistencia interna del estudio y otorgó mayor credibilidad a las conclusiones obtenidas.

La interpretación de los datos se enfocó en relacionar los resultados empíricos con los fundamentos teóricos del estudio. De esta manera, los avances en la competencia argumentativa se examinaron desde la perspectiva de las teorías constructivistas y socioconstructivistas, así como de los principios sobre argumentación científica y educación ambiental. Este proceso de vinculación entre teoría y evidencia permitió no solo verificar la efectividad del PRAE como estrategia didáctica, sino también

entender las transformaciones cognitivas y actitudinales que surgieron durante la experiencia pedagógica. En resumen, el análisis de datos se concibió como un espacio de reflexión investigativa que integró la rigurosidad estadística con la comprensión pedagógica, consolidando así una visión integral del impacto educativo del proyecto.

RIGOR Y CONSIDERACIONES ÉTICAS

El rigor metodológico de esta investigación se aseguró mediante la aplicación sistemática de procedimientos de validez, confiabilidad y transparencia en todas las fases del proceso. En primer lugar, se garantizó la validez de contenido de los instrumentos mediante la revisión de un comité compuesto por tres expertos con formación en didáctica de las ciencias, lingüística y pedagogía ambiental, quienes evaluaron la pertinencia de los indicadores y la coherencia entre los objetivos, las variables y los ítems del instrumento. Sus observaciones permitieron ajustar la redacción, precisar los descriptores de desempeño y asegurar la adecuación cultural y lingüística al contexto rural. En segundo lugar, se consideró la validez interna, procurando que las condiciones de aplicación fueran homogéneas para todos los participantes y que las mejoras observadas pudieran atribuirse de manera razonable a la intervención pedagógica.

Para fortalecer la confiabilidad, se implementaron procedimientos de replicabilidad y consistencia interna. La aplicación del pretest y postest se llevó a cabo bajo las mismas

condiciones de tiempo, ambiente y orientación docente, asegurando la uniformidad del proceso. Además, se utilizó una rúbrica estandarizada para evaluar los argumentos, acompañada de un protocolo de calificación que estableció criterios claros y observables. Para disminuir la subjetividad, las respuestas fueron analizadas de manera independiente por dos evaluadores y luego comparadas, aplicando un índice de concordancia Inter evaluador. Esta triangulación permitió confirmar la estabilidad de los resultados y fortalecer la credibilidad del análisis.

En cuanto a la validez externa, se procuró que la descripción del contexto, las características de la muestra y los procedimientos aplicados fueran suficientemente detallados, de modo que otros investigadores o instituciones con condiciones similares pudieran replicar o adaptar la experiencia. Esta transparencia metodológica constituye un principio fundamental del rigor científico y garantiza la transferencia del conocimiento generado a otros escenarios educativos, especialmente en zonas rurales con características comparables.

Desde la perspectiva ética, la investigación se desarrolló en estricto cumplimiento de los principios de respeto, autonomía y beneficencia, conforme a lo establecido en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia para investigaciones con seres humanos. Antes de iniciar el estudio, se obtuvo el consentimiento informado de los estudiantes y sus acudientes, quienes fueron debidamente informados sobre los objetivos, procedimientos y alcances de la investigación. Se garantizó la confidencialidad

de los datos personales y el uso exclusivo de la información con fines académicos y formativos.

Asimismo, se promovió un ambiente pedagógico ético y participativo, donde los estudiantes comprendieron que el proceso no tenía fines evaluativos punitivos, sino formativos y de mejora personal. La docente-investigadora mantuvo una postura reflexiva y autocrítica, reconociendo su doble rol de maestra y observadora, y evitando cualquier tipo de coerción o influencia que pudiera alterar la naturalidad de la participación.

El rigor ético se extendió al tratamiento y comunicación de los resultados. Se evitó cualquier sesgo en la interpretación o manipulación de datos, privilegiando la transparencia, la fidelidad empírica y el respeto por las voces de los participantes. Este compromiso con la ética investigativa y la integridad científica no solo legitimó los hallazgos obtenidos, sino que reafirmó el valor de la investigación educativa como una práctica responsable, humanista y orientada al mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El rigor y la ética no se consideraron como requisitos externos o formales, sino como principios fundamentales del proceso de investigación, que aseguraron la calidad, la confiabilidad y la relevancia social del estudio, fortaleciendo su contribución al ámbito de la educación rural y ambiental.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos tras la implementación del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) muestran un avance significativo en la competencia argumentativa de los estudiantes de décimo grado del Colegio Lizcano Flórez. El análisis comparativo de los datos del pretest y postest evidenció una mejora general en todos los indicadores evaluados, confirmando el impacto positivo de la estrategia pedagógica aplicada.

En la fase diagnóstica (pretest), se observó que la mayoría de los estudiantes (68%) se encontraba en el nivel descriptivo de argumentación, caracterizado por la exposición de ideas sin justificación ni relación lógica entre premisas y conclusiones. Un 26% se ubicó en el nivel estructurado, donde se presentaban argumentos parcialmente fundamentados, aunque con poca conexión con conceptos científicos, y solo un 6% alcanzó el nivel crítico-argumentativo, demostrando capacidad para formular conclusiones fundamentadas y utilizar evidencias para respaldar sus afirmaciones.

Después de la intervención pedagógica con el PRAE, los resultados del postest mostraron una mejora significativa: el porcentaje de estudiantes en el nivel descriptivo disminuyó al 10%, mientras que el 58% alcanzó el nivel estructurado, y un 32% logró situarse en el nivel crítico-argumentativo. Esta variación refleja un aumento del 26% en el nivel estructurado y del 26% en el nivel más alto de competencia, lo que indica un progreso evidente en las habilidades argumentativas del grupo.

En términos cualitativos, los registros de clase, las producciones escritas y las intervenciones orales permitieron constatar cambios notables en la organización lógica de los argumentos, la claridad conceptual y el uso del lenguaje científico. En las primeras sesiones, las respuestas se limitaban a afirmaciones simples, frecuentemente basadas en experiencias personales o ideas cotidianas, sin un respaldo teórico claro. Al finalizar la intervención, los estudiantes mostraron un mayor dominio de la estructura argumentativa —introducción, datos, justificación y conclusión—, así como una mejor capacidad para emplear conceptos propios de las ciencias naturales, como biodegradación, reciclaje, contaminación y gases de efecto invernadero.

El análisis de las rúbricas evidenció que los mayores avances se presentaron en la dimensión de "uso de evidencias y justificaciones", con un incremento promedio de 38 puntos porcentuales entre el pretest y el postest. También se observó una mejora relevante en la coherencia discursiva y claridad comunicativa, lo que indica que los estudiantes no solo aprendieron a justificar, sino también a expresar sus ideas de manera lógica y comprensible.

En relación con la participación en las actividades del PRAE, se observó un incremento en la interacción y el trabajo en equipo. Durante las etapas de experimentación y socialización, los estudiantes mostraron mayor disposición para el debate, la formulación de hipótesis y la defensa fundamentada de sus puntos de vista. En las observaciones de campo, se registró una actitud más crítica frente a los problemas ambientales del colegio, manifestada en propuestas como la creación de puntos

ecológicos, campañas de separación de residuos y talleres de sensibilización para la comunidad educativa.

Los resultados cuantitativos y cualitativos coinciden en una misma tendencia: la implementación del PRAE como estrategia didáctica generó un impacto positivo y comprobable en el desarrollo de la competencia argumentativa. Los estudiantes evidenciaron avances tanto en el dominio conceptual de los temas ambientales como en la calidad de su razonamiento científico, consolidando un aprendizaje significativo que integró la teoría con la práctica.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten establecer una relación directa entre la puesta en marcha del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) y el fortalecimiento de la competencia argumentativa de los estudiantes. El progreso observado en los niveles estructurado y crítico-argumentativo demuestra que la metodología basada en proyectos favorece la comprensión, la reflexión y la comunicación científica, en contraste con las prácticas tradicionales centradas en la repetición y memorización de contenidos. Este hallazgo confirma las teorías del constructivismo y socioconstructivismo (Piaget, Ausubel y Vygotsky), que sostienen que el aprendizaje se construye activamente a partir de la interacción con el entorno y del intercambio de ideas mediadas por el lenguaje.

El PRAE se consolidó como una estrategia pedagógica contextualizada que permitió a los estudiantes relacionar la teoría científica con problemas reales de su comunidad. En consonancia con lo planteado por Freire (1970), el proceso educativo se transformó en un ejercicio de praxis reflexiva, donde el conocimiento adquirió sentido al aplicarse para comprender y mejorar la realidad ambiental. A diferencia de las clases expositivas, el trabajo por proyectos generó espacios de diálogo, investigación y cooperación, condiciones necesarias para la construcción de argumentos sólidos y la apropiación de conceptos científicos.

El aumento en la capacidad para justificar ideas y formular conclusiones fundamentadas respalda la efectividad del enfoque argumentativo en la enseñanza de las ciencias. Según Toulmin (2007), la calidad de un argumento depende de la relación coherente entre datos, garantías y conclusiones; los resultados muestran que los estudiantes lograron integrar estos componentes en sus producciones, lo que indica un avance en la estructura lógica del pensamiento. La experiencia también coincide con los hallazgos de Camps y Dolz (1995), quienes sostienen que la argumentación escolar fomenta el pensamiento crítico y la autonomía intelectual, competencias indispensables para la formación científica y ciudadana.

Desde una perspectiva pedagógica, la investigación muestra que el aprendizaje basado en proyectos ambientales fortalece no solo las habilidades cognitivas, sino también las actitudes. Los estudiantes evidenciaron una mayor conciencia ecológica, sentido de responsabilidad y participación en acciones colectivas dirigidas al cuidado del

medio ambiente. Esto confirma que la educación ambiental, más allá de transmitir información sobre el entorno, debe fomentar la construcción de una conciencia crítica y transformadora. En este contexto, el PRAE cumplió una doble función: formó en ciencia y, al mismo tiempo, promovió la ética del compromiso social.

Otro aspecto importante está relacionado con el papel del docente. El cambio observado en los niveles de argumentación no habría sido posible sin una mediación pedagógica intencionada, que impulsó el debate, el cuestionamiento y la reflexión constante. El docente asumió el rol de facilitador del diálogo y guía del proceso de investigación, en línea con la concepción vygotskiana de la zona de desarrollo próximo. Este acompañamiento sistemático favoreció la construcción colectiva del conocimiento y la apropiación del discurso científico.

La experiencia evidencia la importancia de contextualizar la enseñanza de las ciencias en entornos rurales. Tradicionalmente, la educación científica se ha diseñado desde perspectivas urbanas y tecnificadas, que poco dialogan con la realidad de las comunidades rurales. La implementación del PRAE permitió reducir esa distancia, al integrar saberes locales, observaciones empíricas y problemáticas ambientales propias del territorio. De esta manera, la ciencia dejó de percibirse como un conocimiento abstracto para convertirse en una herramienta útil para comprender y transformar la vida cotidiana.

Desde una mirada crítica, la investigación sugiere que el fortalecimiento de la argumentación no debe concebirse como un objetivo aislado, sino como un proceso

transversal en el currículo. La experiencia con el PRAE demuestra que cuando los estudiantes tienen oportunidades sistemáticas para debatir, justificar y construir explicaciones, desarrollan competencias transferibles a otras áreas del conocimiento. Por lo tanto, la argumentación debería consolidarse como un eje articulador de la formación científica y ciudadana, promoviendo una escuela reflexiva, participativa y socialmente comprometida.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La presente investigación permitió comprobar que la implementación del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), enfocado en el manejo de residuos sólidos, constituye una estrategia pedagógica eficaz para potenciar la competencia argumentativa en estudiantes de educación media rural. Los resultados evidencian un avance significativo en la calidad de los argumentos, la coherencia discursiva y la capacidad para justificar ideas basadas en evidencias científicas. Este cambio demuestra que cuando la enseñanza de las ciencias se articula con proyectos contextualizados y significativos, los estudiantes desarrollan procesos cognitivos superiores y adquieren herramientas discursivas para comprender y transformar su entorno.

En el ámbito teórico, los resultados respaldan los principios del constructivismo y socioconstructivismo, al demostrar que el conocimiento se genera a través de la interacción, el diálogo y la práctica reflexiva. El PRAE funcionó como un espacio de

mediación donde los estudiantes aprendieron a pensar científicamente, a argumentar y a relacionar la teoría con la acción. La investigación también aporta evidencia empírica al campo de la educación ambiental, mostrando que esta no solo fomenta actitudes ecológicas, sino que también fortalece competencias comunicativas y de pensamiento crítico, fundamentales para una ciudadanía activa y responsable.

Desde el punto de vista pedagógico, el estudio reafirma la importancia del docente como mediador del aprendizaje, capaz de crear ambientes de indagación y debate que favorezcan la construcción colectiva del conocimiento. El éxito de la estrategia dependió en gran medida de la orientación intencionada del profesor, quien guió los procesos de observación, análisis y reflexión, proporcionando apoyos cognitivos adecuados al nivel de los estudiantes. Esta figura mediadora permitió que el aula se transformara en un espacio de participación y diálogo, donde la argumentación se convirtió en una práctica habitual.

En el ámbito institucional, se concluye que los proyectos ambientales escolares deben considerarse como ejes transversales del currículo, y no como actividades complementarias o aisladas. Su integración sistemática favorece aprendizajes interdisciplinarios y fortalece el vínculo entre la escuela y la comunidad. De esta manera, el PRAE se presenta como un modelo replicable para otras instituciones rurales, ya que demuestra que es posible enseñar ciencia desde la realidad local, combinando el conocimiento empírico con la fundamentación teórica.

Entre las limitaciones del estudio se reconoce el tamaño reducido de la muestra y la ausencia de un grupo de control, factores que limitan la generalización estadística de los resultados. Sin embargo, la riqueza cualitativa del proceso y la evidencia empírica obtenida permiten afirmar que los cambios observados son consistentes y relevantes para el contexto analizado. Investigaciones futuras podrían incluir muestras más amplias, diseños comparativos y análisis longitudinales para profundizar en la sostenibilidad de los avances argumentativos a lo largo del tiempo.

Las implicaciones educativas del estudio son diversas. En primer lugar, destacan la necesidad de fortalecer la formación docente en estrategias de argumentación y educación ambiental. En segundo lugar, sugieren que los PRAE pueden utilizarse como herramientas de transformación pedagógica, orientadas a integrar ciencia, lenguaje y ciudadanía. Finalmente, se propone fomentar redes interinstitucionales que compartan experiencias exitosas en educación rural, promoviendo una cultura escolar crítica, ambientalmente responsable y socialmente comprometida.

Este estudio ofrece una perspectiva pedagógica innovadora sobre la enseñanza de las ciencias en entornos rurales: evidencia que la argumentación, al integrarse con proyectos ambientales contextualizados, se transforma en una herramienta valiosa para el aprendizaje significativo, la formación integral y el fomento de una conciencia ecológica crítica. Por lo tanto, el PRAE se establece como un método efectivo para conectar la palabra, el pensamiento y la acción en la educación científica actual.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Camps, A., & Dolz, J. (1995). *La argumentación en la escuela: Cómo enseñar a escribir textos argumentativos*. Graó.
- Congreso de la República de Colombia. (1994). *Ley 115 de 1994: Por la cual se expide la Ley General de Educación*. *Diario Oficial*, 41.214.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2019). *Resultados nacionales de las pruebas Saber 11°. Informe técnico 2019*. ICFES.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). Argumentación y enseñanza de las ciencias: Una revisión de investigaciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 345–358.
- Mercer, N. (2001). *Palabras y mentes: Cómo usamos el lenguaje para pensar juntos*. Paidós.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2005). *Lineamientos para la implementación de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE)*. MEN.
- Ministerio de Salud de Colombia. (1993). *Resolución 8430 de 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*.
- Osborne, J. (2012). The role of argument in science education. *Science Education*, 96(3), 349–367. <https://doi.org/10.1002/sce.21082>
- Piaget, J. (1970). *La psicología de la inteligencia*. Crítica.
- Ruiz, C., Tamayo, O., & Mejía, M. (2015). Argumentación científica en el aula: Una oportunidad para aprender ciencias. *Revista Colombiana de Educación*, (69), 115–139.
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Península.
- Vygotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Crítica.