



Propuesta metodológica para la formulación participativa y comunitaria de un proyecto ambiental escolar (PRAE): una experiencia pedagógica

- Methodological Proposal for the Participatory and Community-Based Formulation of a School Environmental Project (PRAE): A Pedagogical Experience
- Proposta metodológica para a formulação participativa e comunitária de um projeto ambiental escolar (PRAE): uma experiência pedagógica

Forma de citar este artículo:

Rivera-Gallego, I. (2024). Propuesta metodológica para la formulación participativa y comunitaria de un proyecto ambiental escolar (PRAE): una experiencia pedagógica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (56), 317 - 334. <https://doi.org/10.17227/ted.num56-20173>

Resumen

Los proyectos ambientales escolares (PRAE) aportan significativamente a la formación ambiental de los estudiantes en el contexto escolar. Sin embargo, se pueden reconocer limitaciones que comprometen sus principales objetivos y reducen su impacto. Este artículo de investigación presenta un reporte de caso educativo. Se desarrolló una propuesta metodológica con la que se planteó el PRAE de una institución educativa privada empleando un enfoque participativo y comunitario. Se realizó un diagnóstico de valores y actitudes relacionadas con el ambiente empleando encuestas digitales. Se agrupó un conjunto de 8 variables y 7 actores educativos mediante un análisis de conglomerados. Se exploraron las relaciones entre las variables y los actores usando un análisis de componentes principales (PCA). Se plantearon ejes de trabajo para el desarrollo de actividades. Se sistematizaron las actividades de educación ambiental desarrolladas por los integrantes de la comunidad empleando técnicas cualitativas y se propusieron mecanismos de evaluación. Se registraron 4015 participantes. Los actores educativos se organizaron en 5 grupos homogéneos y las variables se agruparon en 4 grupos correlacionados. Se evidenció que los actores difieren en la ponderación de las variables respuesta. Se determinaron 4 líneas base de

Iván Darío Rivera-Gallego* 

* Magíster en Manejo, Uso y Conservación del Bosque, Colombia. evan_river2@hotmail.com



trabajo. Se caracterizaron las actividades realizadas en los últimos años en el colegio y se consiguió plantear dos mecanismos de evaluación a mediano y largo plazo. Los resultados sugieren relaciones particulares entre los diferentes actores y los componentes de educación ambiental planteados. Estas relaciones pueden utilizarse para proponer enfoques diferenciados para la implementación de actividades de educación ambiental. La propuesta descrita puede servir como punto de partida para diseñar un proyecto ambiental de forma sistemática, objetiva, replicable y comparable.

Palabras clave

educación ambiental; interdisciplinar; valores

Abstract

School environmental projects (PRAES) significantly contribute to students' environmental education within the school context. However, certain limitations can compromise their main objectives and reduce their impact. This research article presents a case study report. A methodological proposal was developed to address the PRAE of a private educational institution using a participatory and community-based approach. A diagnosis of values and attitudes related to the environment was conducted using digital surveys. A set of 8 variables and 7 educational actors were grouped through a cluster analysis. The relationships between variables and actors were explored using Principal Component Analysis (PCA). Work axes for the development of activities were proposed. The environmental education activities carried out by community members were systematized using qualitative techniques, and evaluation mechanisms were proposed. 4015 participants were recorded. Educational actors were organized into 5 homogeneous groups, and variables were grouped into 4 correlated groups. It was evident that actors differ in the weighting of response variables. Four baseline work lines were determined. The activities carried out in recent years at the school were characterized, and two medium- and long-term evaluation mechanisms were proposed. The results suggest particular relationships between different actors and the components of environmental education proposed. These relationships can be used to propose differentiated approaches for the implementation of environmental education activities. The described proposal can serve as a starting point for designing an environmental project systematically, objectively, replicably, and comparably.

Keywords

environmental education; interdisciplinary; values

Resumo

Os projetos ambientais escolares (PRAES) contribuem significativamente para a formação ambiental dos estudantes no contexto escolar. No entanto, podem ser reconhecidas limitações que comprometem seus principais objetivos e reduzem seu impacto. Este artigo de pesquisa apresenta um relato de caso educacional. Foi desenvolvida uma proposta metodológica para a elaboração do PRAE de uma instituição educacional privada usando uma abordagem participativa e comunitária. Foi realizado um diagnóstico de valores e atitudes relacionadas ao ambiente usando pesquisas digitais. Um conjunto de 8 variáveis e 7 atores educacionais foi agrupado por meio de uma análise de conglomerados. Exploraram-se as relações entre variáveis e atores usando Análise de Componentes Principais (PCA). Foram propostos eixos de trabalho para o desenvolvimento de atividades. As atividades de educação ambiental realizadas pelos membros da comunidade foram sistematizadas usando técnicas qualitativas, e foram propostos mecanismos de avaliação. Registraram-se 4015 participantes. Os atores educacionais foram organizados em 5 grupos homogêneos, e as variáveis foram agrupadas em 4 grupos correlacionados. Ficou evidente que os atores diferem na ponderação das variáveis de resposta. Quatro linhas de base de trabalho foram determinadas. As atividades realizadas nos últimos anos na escola foram caracterizadas e dois mecanismos de avaliação de médio e longo prazo foram propostos. Os resultados sugerem relações particulares entre diferentes atores e os componentes da educação ambiental propostos. Essas relações podem ser usadas para propor abordagens diferenciadas para a implementação de atividades de educação ambiental. A proposta descrita pode servir como ponto de partida para projetar um projeto ambiental de forma sistemática, objetiva, replicável e comparável.

Palavras-chave

educação ambiental; interdisciplinar; valores

Introducción

La constante preocupación del público en general por el estado del ambiente natural y la sostenibilidad de las generaciones futuras ha impulsado acciones a nivel mundial para su conservación. Todas ellas enfatizan el papel central de la educación ambiental como medio para lograr un desarrollo sostenible futuro. Como resultado, los sistemas educativos en diversos países han incorporado el desarrollo de la educación ambiental y su enfoque interdisciplinario como un componente fundamental en las pautas institucionales para la formación integral de los estudiantes en diferentes niveles educativos (Henao y Sánchez, 2019).

En el caso de Colombia, la educación ambiental se ha desarrollado en el marco de la Ley 15 de 1994, que establece la educación ambiental como un componente obligatorio en las instituciones educativas del país. Posteriormente, el Decreto 1860 de 1994 incluyó el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) como un instrumento para promover la educación ambiental, integrándolo en el Proyecto Educativo Institucional (PEI) (Herrera *et al.*, 2006).

Durante mucho tiempo, los PRAE han sido la estrategia principal para abordar cuestiones ambientales en las instituciones educativas del país y representan una manera de integrar la educación ambiental en el currículo escolar (Ayala, 2017; Gómez, 2018). Los PRAE se concibieron como instrumentos destinados a incorporar la dimensión ambiental en los proyectos educativos institucionales (PEI), con el propósito de crear un entorno de aprendizaje significativo que aborde la gestión ambiental, el pensamiento científico y el desarrollo de competencias ciudadanas (Jaramillo *et al.*, 2017). Asimismo, se han diseñado como herramientas analíticas y comprensivas que permiten abordar los problemas y las oportunidades ambientales a nivel local, regional y

nacional. Estos programas fomentan la participación activa para implementar soluciones que estén en línea con las dinámicas naturales y socioculturales (Ministerio de Educación, 2005).

En este sentido, los PRAE desempeñan un papel significativo en la formación ambiental de las personas en el entorno escolar. Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones que enfrentan en cuanto al desarrollo de procesos de gestión ambiental, su contribución para abordar problemáticas ambientales locales y regionales, y la participación de actores externos al ámbito escolar (Mora-Ortiz, 2015).

Estas limitaciones pueden estar relacionadas con la forma en que se integra la educación ambiental en el currículo, a través de actividades aisladas que no logran impactar a todos los miembros de la comunidad educativa (Jaramillo *et al.*, 2017), además de la falta de indicadores claros que midan el impacto a corto, mediano y largo plazo de las propuestas planteadas. A pesar de más de dos décadas de desarrollo de los PRAE, se evidencian dificultades puntuales que comprometen sus objetivos principales y reducen su influencia en distintos niveles de la comunidad.

En primer lugar, no existe una conceptualización clara y concisa respecto a su diseño. En segundo lugar, se centran casi exclusivamente en temas de reciclaje y manejo de residuos, con una investigación cualitativa limitada. En tercer lugar, las acciones de educación ambiental no parten de un diagnóstico que involucre a los diferentes miembros de una comunidad educativa ni consideran las relaciones que pueden existir con componentes ambientales específicos. Cuarto, carecen de elementos para sistematizar, comparar, apropiarse y divulgar el conocimiento e información derivados de su desarrollo hacia la sociedad en general. Quinto, falta la transversalidad en

el diseño y desarrollo de los PRAE. Además, es patente la ausencia de elementos de evaluación adecuados para las estrategias y actividades planteadas (Barreto y Serrato, 2015; Fernández, 2015; Herrera *et al.*, 2006; Holguín Aguirre *et al.*, 2006; Jaramillo *et al.*, 2017; Mora-Ortiz, 2015; Pita *et al.*, 2015).

En este contexto, se ha elaborado una propuesta metodológica para la implementación del PRAE de un colegio privado para el periodo 2022 a 2027, empleando un enfoque participativo y comunitario. La institución educativa cuenta con jornada única y aproximadamente 4000 estudiantes distribuidos en 5 ciclos de formación. Este colegio pertenece a una caja de compensación familiar y se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Engativá.

Con este objetivo, se efectuó un diagnóstico institucional con el fin de evaluar los valores y actitudes de los miembros de la comunidad educativa con respecto a temas ambientales. Con base en los resultados de este diagnóstico, se ha diseñado una propuesta que identifica ejes de trabajo o líneas base para el desarrollo de estrategias y actividades de educación ambiental. Asimismo, se sistematizaron las actividades relacionadas con el medio ambiente que han sido implementadas por los docentes de la institución y se evaluó su contribución a las líneas base establecidas. Por último, se definió un plan de evaluación que incluye plazos y criterios de medición.

Fundamentación de la experiencia

En el ámbito internacional, las diversas problemáticas ambientales y el discurso de la educación ambiental como una posible alternativa a la crisis ambiental han llevado a la organización de conferencias, congresos y encuentros entre naciones, sectores educativos y ambientalistas. La Declaración de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano (1972) y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992/2012) son las convenciones más reconocidas que han promovido la consolidación de códigos y decretos a favor de la protección del medio ambiente.

En el ámbito nacional y como resultado de acuerdos internacionales, el enfoque en la educación ambiental se inició a través del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente mediante el Decreto 1337 de 1978. Posteriormente, la Constitución Nacional de 1991, en los artículos 67 y 79, marcó un hito importante en la educación formal al promover la implementación de la educación ambiental como un promotor de cultura responsable y ética en relación con la protección del medio ambiente. Más tarde, la Ley 99 de 1993 estableció la colaboración entre el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Educación Nacional en la formulación de planes, programas, proyectos y propuestas curriculares para fortalecer el Sistema Nacional Ambiental (SINA).

Consecuentemente, mediante la Ley 115 de 1994 se establecen los principios y objetivos que guían la educación ambiental en Colombia, y bajo los Decretos 1860 y 1743 se concreta la necesidad de institucionalizar la educación ambiental en diversos contextos. Como resultado, los comités interinstitucionales de educación ambiental (CIDEA), los proyectos ciudadanos de educación ambiental (PROCEDA) y los proyectos ambientales escolares (PRAE) tienen la responsabilidad de llevar a cabo la educación ambiental y fomentar la creación de procesos interinstitucionales que promuevan la protección ambiental y la formación de valores en favor de la conservación del entorno. En este sentido, se reconoce la función fundamental de las instituciones educativas como promotoras de la educación ambiental y como uno de los principales agentes formadores de la comunidad en general en cuestiones ambientales, a través de la integración de los PRAE en el marco del PEI.

Una primera aproximación a la definición de PRAE los describe como proyectos pedagógicos que fomentan el análisis de los problemas y potencialidades ambientales a nivel local, regional y nacional, creando oportunidades para la participación en la búsqueda de soluciones coherentes con las dinámicas naturales y socioculturales (Ministerio de Educación Nacional, 2005). En una misma línea, se pueden precisar como una guía que proporciona lineamientos generales que las instituciones educativas siguen para fortalecer los procesos de educación ambiental y, de este modo, propenden a conservar, proteger y mejorar la calidad de la educación (Secretaría de Educación Distrital, 2011).

En este sentido, los PRAE son una estrategia de la política nacional de educación ambiental que busca formar en la comprensión de las problemáticas y oportunidades ambientales

del contexto en el que están inmersas las instituciones educativas. Esto se logra mediante la construcción de conocimientos significativos, un sentido de pertenencia y la promoción de criterios de identidad local, regional y nacional a través de procesos formativos solidarios y tolerantes (Torres, 1998).

Por otra parte, pueden concebirse como herramientas educativas que proponen mecanismos de participación y apropiación, fomentando la adquisición de conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del ambiente (Mora-Ortiz, 2015).

Asimismo, los PRAE se pueden entender como proyectos de investigación que fomentan la formación en valores, la interculturalidad, la gestión e integración de diversas áreas del conocimiento, saberes y disciplinas con el objetivo de promover habilidades en investigación y la solución de problemas ambientales (Fernández, 2015).

Además, pueden considerarse como una estrategia pedagógica que conecta la institución educativa con su entorno local, fomentando la colaboración y empoderamiento de diversos actores sociales en la identificación y resolución de problemas ambientales. Estos problemas se integrarán de manera transversal en los planes de estudio de las instituciones educativas, abordando las cuestiones ambientales específicas de sus contextos particulares (Gómez, 2018).

En este orden de ideas, las finalidades de los PRAE están enmarcadas en la promoción de la sensibilización ambiental en las comunidades de un territorio a través de la construcción de conocimientos significativos que beneficien a las poblaciones de seres vivos. Mediante el desarrollo de procesos formativos destinados a cambiar conductas dañinas para el ambiente y fortalecer acciones que mejoren continuamente la calidad de vida de las

personas y la situación de su entorno (Mora-Ortiz, 2015). Además, pueden abordar temas relacionados con el cambio climático, la biodiversidad, el agua, el manejo del suelo, la gestión del riesgo y la gestión integral de residuos sólidos (Política Nacional de Educación Ambiental del Congreso de la República de Colombia, 2012).

Desde el ámbito institucional del colegio y tomando como referencia los PRAE previos (de 2015 a 2021), se evidencia una preocupación general por establecer una dinámica escolar que fomente un mayor compromiso de la comunidad educativa con relación al mantenimiento de espacios limpios y la gestión adecuada de los desechos sólidos. En años anteriores, los PRAE se enfocaron en el manejo de residuos sólidos, específicamente en cómo se gestionaban en los diversos lugares de la institución, especialmente después de las horas de descanso.

Las problemáticas ambientales detectadas en la institución fueron diagnosticadas mediante encuestas a docentes y a un reducido número de estudiantes, además de la observación directa de problemas. A partir de esto, se propone el manejo adecuado de los recursos como estrategia necesaria para contribuir a la política de sostenibilidad que enfatiza directamente al grupo de profesores como agentes dinamizadores del PRAE. Este sirvió de ejemplo para la comunidad en lo tocante al uso sostenible de recursos, como papel, impresiones, fotocopias y agua, así como a la reducción de la demanda de recursos innecesarios como maquetas, carteleras, pendones, entre otros, que solían terminar en la basura.

Descripción de la experiencia

La investigación se llevó a cabo a partir de un enfoque mixto basado en la investigación-acción, que busca identificar una problemática real que afecte a la institución y generar una transformación a través de actividades prácticas relacionadas con procesos de razonamiento lógico y la aplicación de lo aprendido en un contexto cercano (Baena, 2017; Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Inicialmente, se elaboró un diagnóstico institucional de los valores y actitudes de la comunidad en relación con aspectos ambientales, utilizando un instrumento que implicaba la valoración por parte de la comunidad educativa compuesta por docentes, padres de familia, estudiantes y personal administrativo mediante 14 preguntas en una escala del 1 al 5, donde 1 era la valoración más baja y 5 la más alta (tabla 1), la cual se completó de manera virtual.

Tabla 1. Preguntas del instrumento de diagnóstico institucional de los valores y actitudes de la comunidad educativa sobre aspectos ambientales

Número	Pregunta	Variable
1	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre las especies de fauna y flora presentes en el colegio?	Biodiversidad
2	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la institución?	
3	¿Cómo valoras tu participación en las actividades del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) del colegio?	
4	¿Qué tanto sabes sobre las actividades que se realizan en el colegio para convocar la participación voluntaria de los estudiantes en la construcción del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE)?	Conocimiento
5	¿Sabes qué personas son responsables del diseñar y llevar a cabo el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) del colegio?	
6	¿Qué tanto plástico o elementos de un solo uso crees que contienen los alimentos que consumes producto de la compra en las cafeterías de colegio o enviados desde tu hogar?	Consumo responsable
7	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre las fechas en que se celebran días ambientales? Por ejemplo, octubre 12 día mundial del árbol.	Divulgación
8	¿Tus acciones contribuyen a brindar bienestar a otros grupos de personas en condiciones desfavorables? ¿Cómo valoras esa contribución?	Economía solidaria
9	¿Qué tanto contribuyes o ayudas con tus acciones diarias al cuidado del ambiente en tu colegio en el desarrollo de tus actividades y rutinas diarias-quehacer docente?	
10	¿Cómo valoras tu interés en participar y liderar actividades como jornadas y eventos que contribuyan al cuidado del ambiente en tu colegio?	Participación
11	¿Qué tan amigable con el ambiente crees que es el medio de transporte que utilizas para asistir al colegio y que usas a diario?	Transporte sostenible
12	¿Cómo valoras tu contribución al uso eficiente de agua, energía y recursos en el colegio durante el desarrollo de tus actividades y rutinas diarias?	
13	¿Cómo valoras tu conocimiento sobre el uso las canecas del colegio para separar los desechos reciclables de lo no reciclables?	Uso eficiente de recursos
14	¿Cómo valoras el uso que haces de puntos ambientales (canecas de separación) para desechar de forma correcta elementos tecnológicos como baterías y electrodomésticos obsoletos o dañados?	

Fuente: elaboración propia.

Las preguntas se agruparon por afinidad en ocho categorías, denominadas en el contexto del trabajo como variables. Estas categorías fueron: biodiversidad, conocimiento, consumo responsable, divulgación, economía solidaria, participación y transporte sostenible (tabla 1). A partir de estas categorías, se calcularon los promedios de las valoraciones para los diferentes miembros de la comunidad educativa, que se dividen en las siguientes categorías: docentes, personal administrativo, directivos, estudiantes de bachillerato, estudiantes de primaria, padres de familia de bachillerato y padres de familia de primaria.

Para identificar y discriminar grupos covariantes de las poblaciones y variables, se

utilizó un análisis de conglomerados ajustado al método de Ward para calcular su distancia y sus respectivos dendrogramas. Asimismo, con el objetivo de explorar las relaciones entre el grupo de variables y los miembros de la comunidad educativa, se analizaron los datos empleando un análisis de componentes principales (PCA, por sus siglas en inglés) y su respectivo gráfico de ordenación. El análisis de componentes principales permite establecer relaciones covariantes a partir de la ubicación de cada grupo con respecto a los demás. En este sentido, cuando dos grupos forman un ángulo de 90°, se concluye que no hay una correlación significativa. Un ángulo de 180° evidencia correlaciones negativas, y una

correlación positiva se puede observar cuando los dos conjuntos forman un ángulo menor a 90°. Por lo tanto, entre más cercanos se encuentren, mayor correlación positiva tienen.

Todas las estimaciones se implementaron en el *software* estadístico R versión 4.0.2 (R Core Team, 2021), y sus paquetes anexos PASWR (Arnholt, 2012), factoextra (Kassambara y Mundt, 2020), RColorBrewer (Neuwirth, 2014), readxl (Wickham y Bryan, 2019), dplyr (Wickham *et al.*, 2021), ggplot2 (Wickham, 2016), sn (Azzalini, 2021) y corrplot (Wei y Simko, 2021).

En un segundo momento, con el propósito de crear una propuesta de ejes de trabajo y líneas base para el desarrollo de estrategias y actividades basadas en la comunidad, se derivaron líneas base generales a partir de los resultados del diagnóstico. Estas líneas base resumen actividades relacionadas con educación ambiental en diversas categorías susceptibles de medición.

En un tercer momento, con el propósito de sistematizar y registrar las actividades relacionadas con la educación ambiental realizadas por docentes y otros miembros de la comunidad educativa, se desarrolló un instrumento de recolección y sistematización de información. Este instrumento constó de 4 preguntas abiertas que abordaban el objetivo y los principales resultados de la actividad, además de 8 preguntas evaluadas en una escala del 1 al 5, donde 1 representaba la valoración más baja y 5 la más alta (tabla 2). Las respuestas a estas preguntas se recopilaron de manera virtual.

Para analizar los datos obtenidos del instrumento, por un lado, se crearon gráficos de nubes a partir de la frecuencia de palabras con valor en las respuestas a las preguntas abiertas, las cuales estaban relacionadas con la educación ambiental. Por otro lado, las preguntas que involucraban la valoración por parte de los docentes se consolidaron y se evaluaron mediante un gráfico de red de araña con el objetivo de identificar variables que requirieran mejoras a partir de las valoraciones más bajas.

Tabla 2. Preguntas del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental

Número	Tipo de pregunta	Pregunta	Variable
1	Abierta	¿Cuál fue el objetivo de la actividad?	N. A.
2	Abierta	Describa brevemente la actividad realizada.	N. A.
3	Abierta	¿Cuáles fueron los resultados más significativos obtenidos de la actividad?	N. A.
4	Abierta	¿Cuál fue la población involucrada en el desarrollo de tu actividad (población objetivo)? Puedes seleccionar más de una.	N. A.
4	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada aportó a promover el consumo responsable en la población objetivo?	Consumo responsable
5	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró promover el uso eficiente de recursos en la población objetivo?	Uso eficiente de recursos

Número	Tipo de pregunta	Pregunta	Variable
6	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró promover el uso de diferentes medios de transporte sostenible?	Transporte sostenible
7	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró beneficiar a grupos menos favorecidos o integrantes de la comunidad educativa?	Economía solidaria
8	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada logró ayudar a reconocer y divulgar conocimiento sobre la flora y la fauna del colegio, localidad o ciudad?	Biodiversidad
9	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada motivó o promovió la participación de la comunidad educativa?	Participación
10	Valoración	¿Qué tanto la actividad planteada fue divulgada y conocida por la comunidad educativa en general?	Divulgación
11	Abierta	¿Qué canales de comunicación usaste para divulgar algún apartado de tu actividad?	Divulgación

Fuente: elaboración propia.

Todas las estimaciones se implementaron en el software estadístico R versión 4.0.2 (R Core Team, 2021) y sus paquetes anexos tidyverse (Wickham *et al.*, 2019), tm (Feinerer y Hornik, 2020), tidytext (Robinson, 2016), ggthemes (Arnold, 2021), reshape2 (Wickham, 2007), wordcloud (Fellows, 2018), wordcloud2 (Lang y Chien, 2018), Rcpp (Edelbuettel y Balamuta, 2018) y fmsb (Nakazawa, 2021).

Finalmente, con el propósito de establecer mecanismos de evaluación de las actividades y sus contribuciones a las distintas variables, se implementaron evaluaciones anuales utilizando el instrumento de sistematización (tabla 2) y se proyecta una evaluación final al concluir el año 2027 mediante la aplicación del instrumento de diagnóstico institucional (tabla 1).

Sistematización y análisis de la experiencia

Momento 1. Diagnóstico de valores y actitudes

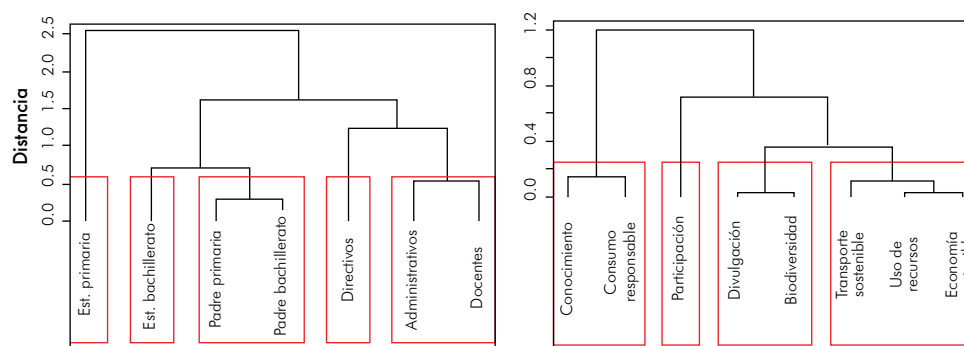
El diagnóstico contó con la participación de un total de 4015 personas. El grupo más numeroso de participantes lo conformaron los estudiantes, quienes representaron el 50 %, con 2010 registros de las muestras registra-

das. Le siguieron los padres de familia con un 46 %, con 1844 registros de participación, y los funcionarios, quienes representaron el 4%, con 161 registros. Dentro de la población estudiantil, los estudiantes de bachillerato fueron los más representados, alcanzando el 38,6 % con 1551 registros. Por otro lado, las estudiantes de primaria conformaron el 11,4 % de la muestra, con un total de 459 registros. En el grupo de padres de familia, la representación más alta correspondió a los padres de bachillerato, quienes contribuyeron con el 23,5 %, equivalente a 945 registros. Los padres de primaria representaron el 22,4 %, con 899 registros. Finalmente, dentro del grupo de funcionarios, los docentes fueron el segmento más numeroso, con un 3,2 % de representación y 126 registros. Les siguieron los administrativos, que contribuyeron con un 0,7 %, representado por 27 registros, y los directivos, con un 0,2 %, que se traduce en 8 registros del total de la muestra.

A partir del análisis de conglomerados (figura 1), por un lado, se evidencian grupos homogéneos entre administrativos y docentes, así como entre padres de familia de primaria y bachillerato. Directivos, estudiantes de primaria y bachillerato mostraron diferencias y se consideraron grupos independientes para el posterior análisis (figura 1a). Por otro lado,

se observan conjuntos de variables altamente correlacionadas (figura 1b). El primer grupo (C1) está conformado por conocimiento y consumo responsable. El segundo conjunto (C2) lo conforman biodiversidad y divulgación. El tercer grupo incluye (C3) transporte sostenible, economía solidaria y uso de recursos. El cuarto grupo (C4) está compuesto por la variable participación. Estos grupos de variables muestran correlaciones positivas. Sin embargo, C4 no guarda relación con C1. Además, participación y consumo responsable mostraron la menor correlación con las demás variables (figura 2).

Figura 1. Dendrograma del análisis de conglomerados ajustada a distancia de Ward para a) actores y b) variables

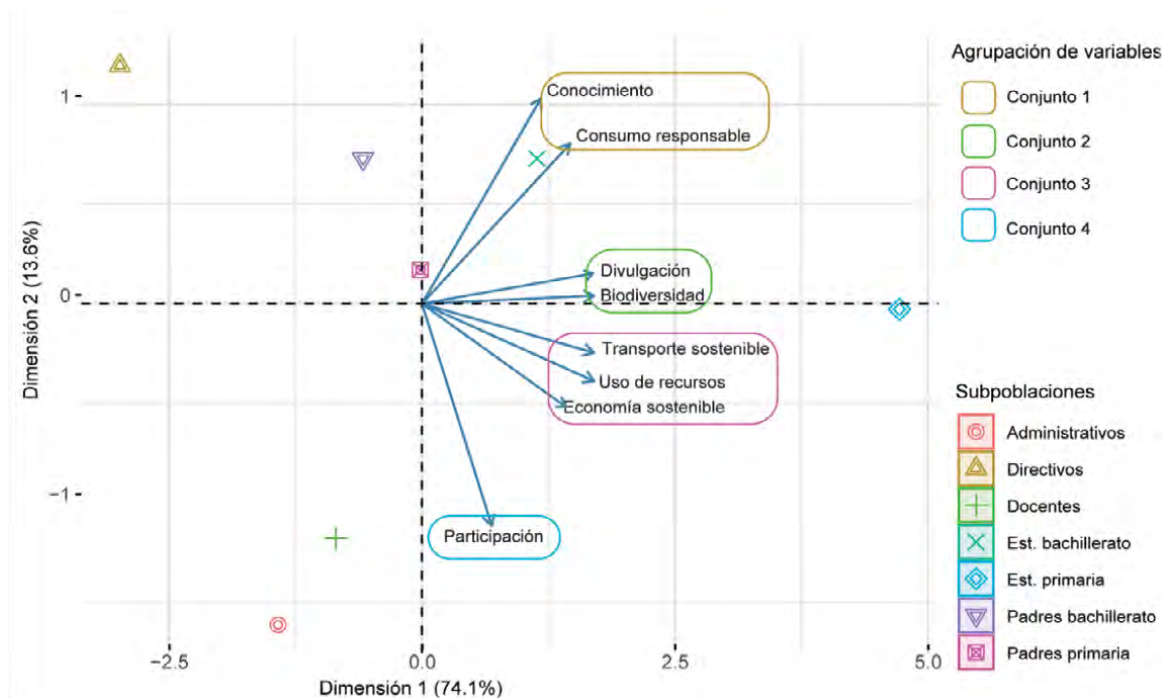


Fuente: elaboración propia.

En términos generales, el PCA acumuló una inercia total del 87,1 % en dos dimensiones, que explica el 74,1 % de la varianza de los datos en el primer eje principal y el 13,6 % en la segunda dimensión. En este sentido, se observa que las poblaciones difieren en la ponderación de las variables respuesta. Divulgación (0,404), economía solidaria (0,396), transporte sostenible (0,395) y biodiversidad (0,395) tuvieron mayor ponderación en la primera componente principal. Por otra parte, participación (-0,605) y conocimiento (0,560) fueron las variables más representativas en la segunda componente. La menor contribución ponderada en ambos ejes fue la participación, que reportó valores menores a 8,0.

A partir del gráfico de ordenación (figura 2), se evidencia una correlación negativa fuerte entre el grupo de padres de familia y el conjunto conformado por la variable participación, y una correlación negativa débil con el conjunto 3 de variables. Los estudiantes de primaria muestran una correlación positiva con los conjuntos de variables 2 y 3, presentando valores altos. Además, se observan relaciones positivas menos sólidas con respecto a las variables de los conjuntos 1 y 4. Los estudiantes de bachillerato se relacionan positivamente con las variables del conjunto 1, demostrando valores altos en estas variables. Asimismo, se evidencia una relación negativa débil con el conjunto 4. El grupo conformado por administrativos y docentes muestra una correlación negativa con el conjunto 1 de variables y una relación positiva con el conjunto 4 de variables. Finalmente, el grupo de directivos exhibe correlaciones negativas fuertes con respecto a los conjuntos de variables 2 y 3 (figura 2).

Figura 2. PCA diagrama de las relaciones entre individuos y variables ubicados en dos dimensiones o ejes principales



Fuente: elaboración propia.

Momento 2: Determinación de ejes de trabajo o líneas base del proyecto ambiental

Con el objeto de desarrollar una propuesta de ejes de trabajo o líneas base para la implementación de estrategias y actividades comunitarias, se establecieron 4 líneas base a partir de los análisis diagnósticos y la afinidad entre componentes. Los aportes a estas líneas se cuantificaron a través de las actividades realizadas durante el año en el grupo principal de interés: los estudiantes de primaria y bachillerato, que están positivamente relacionados con varios conjuntos de variables. No obstante, se hacen recomendaciones específicas sobre grupos de trabajo focalizados, basadas en las valoraciones y resultados de los análisis de ordenamiento y agrupamiento. Las líneas base se definieron de la siguiente manera.

Sostenibilidad

En esta línea de acción se agruparon las actividades relacionadas con el consumo responsable, el transporte sostenible y el uso eficiente de recursos. Como se evidencia en los análisis de ordenamiento y agrupación, las poblaciones con oportunidades de mejora frente a estas variables son los padres de familia y los funcionarios del colegio.

Economía sostenible

En esta línea de base se agruparon las actividades relacionadas con el consumo responsable, el transporte sostenible y el uso eficiente de recursos. Como se evidencia en los análisis de ordenamiento y agrupación, las poblaciones con oportunidad de mejora frente a estas variables son los padres de familia y los funcionarios del colegio.

Biodiversidad

En otra línea de acción se agruparon las actividades relacionadas con la variable biodiversidad. Como se evidencia en los análisis de ordenamiento y agrupación, las poblaciones con oportunidad de mejora frente a estas variables son los padres de familia y los funcionarios del colegio.

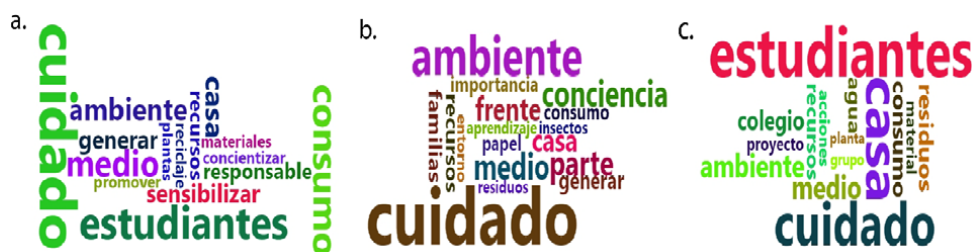
Transversalidad

Por criterio de afinidad, las variables participación, conocimiento y divulgación se deben trabajar de forma transversal en las tres líneas base. En este sentido, las actividades propuestas deben tener elementos de las variables mencionadas.

Momento 3. Instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental

Tras considerar las preguntas del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental (tabla 2), y a partir de las palabras con mayor frecuencia y que se pueden observar con mayor tamaño en el diagrama de nube de palabras (figura 3), se puede inferir para el objetivo de la actividad que *sensibilizar*, *concientizar*, *promover*, *consumo responsable*, *cuidado del ambiente* y *estudiantes* fueron los conceptos orientadores (figura 3a). En términos de descripción de las actividades, se puede deducir que se generaron proyectos, grupos y acciones en el colegio y en la casa que promovieron el cuidado del medio ambiente e involucraron a los estudiantes (figura 3b). Asimismo, podemos observar, con relación a los principales resultados y basados en las palabras con mayor frecuencia, que se logró concientizar sobre el cuidado del ambiente de los estudiantes (figura 3c). Por otra parte, el sondeo mostró que la mayor proporción de las actividades de educación ambiental desarrolladas en los dos últimos años, los estudiantes fueron la población objetivo, seguidas de los padres con menos de la mitad de la proporción y los docentes con una quinta parte de la proporción.

Figura 3. Diagrama de nube de palabras para a) el objetivo principal, b) descripción de la actividad y c) principales resultados del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental (tabla 2)

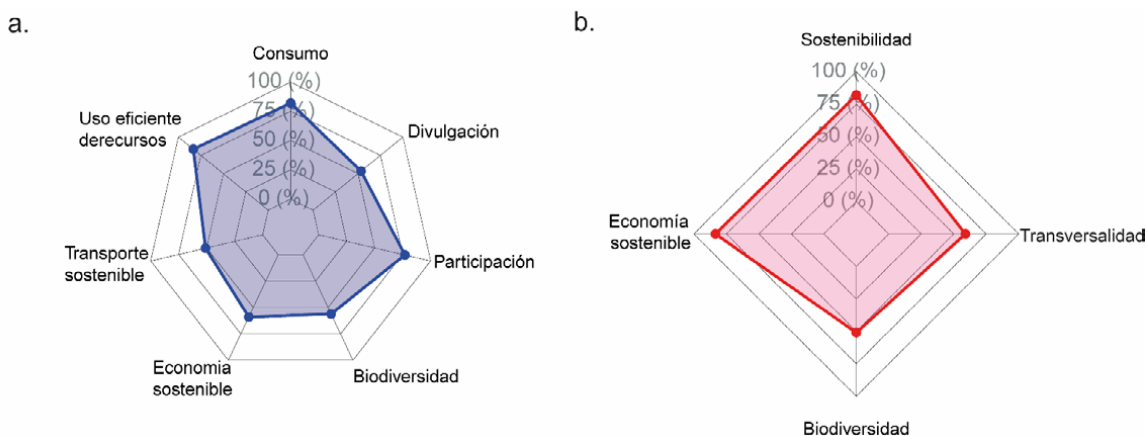


Fuente: elaboración propia.

Con relación a las preguntas que involucraban la valoración por parte de los participantes sobre el aporte de las actividades a las variables que conforman las líneas base, se puede observar que las que más se han trabajado y que han recibido una alta

valoración son el consumo responsable, el uso eficiente de recursos y la participación. En este sentido, el resto de las variables que componen los ejes de trabajo propuestos presentan valoraciones más bajas (figura 4a).

Figura 4. Diagrama de radar del a) aporte a las variables y b) aporte a las líneas base del instrumento de sistematización y recolección de datos sobre actividades de educación ambiental



Fuente: elaboración propia.

Al analizar la contribución de las actividades de educación ambiental a las líneas o ejes transversales de trabajo, se destacan altas valoraciones en las áreas de economía sostenible y sostenibilidad. No obstante, se identifican oportunidades de mejora en las áreas de biodiversidad y transversalidad (figura 4b).

Momento 4. Mecanismos de ejecución y evaluación del proyecto

Teniendo en cuenta que el desarrollo de un proyecto institucional debe involucrar a todos los miembros de la comunidad educativa y con el propósito de cumplir con este planteamiento, se propuso que cada estamento institucional lleve a cabo actividades dirigidas a fomentar en sus miembros actitudes y valores relacionados con la preservación del entorno, en concordancia con las líneas base propuestas.

En este sentido, se propone que el grupo de representantes ambientales estudiantiles, el consejo de padres, el consejo directivo, las jefaturas de departamentos y las áreas gestionen actividades de educación ambiental con el objetivo de articular las líneas base. Al comienzo de cada período académico, cada uno de los estamentos mencionados deberá establecer una meta que incluya al menos una actividad por cada línea base, y designar a las personas responsables de la gestión y el desarrollo de estas actividades.

Anualmente, se llevarán a cabo comparaciones basadas en las variables y líneas base propuestas. Estas comparaciones se basan en la información recopilada anualmente mediante el instrumento de sistematización y recopilación de datos sobre las actividades de educación ambiental, tal como se describe en el objetivo 3 de esta propuesta (tabla 2).

Esta información refleja las distintas actividades de educación ambiental realizadas a lo largo del año escolar por los diversos miembros de la comunidad educativa.

Las comparaciones anuales permitirán la elaboración de un informe escrito que resuma las actividades realizadas por los diferentes estamentos institucionales (actores, ciclos, departamentos y áreas). Este informe debe mostrar una comparación explícita en relación con las variables y las líneas de base de trabajo. Estas evaluaciones anuales se llevarán a cabo durante cuatro años.

La evaluación definitiva se llevará a cabo en el quinto año, y se desarrollará a partir de la aplicación del instrumento diagnóstico institucional de los valores y actitudes de la comunidad institucional sobre aspectos ambientales, que da cuenta del objetivo específico 1 (tabla 1). Los datos obtenidos en esta evaluación serán analizados empleando la metodología descrita para el objetivo específico 1, y se elaborará un informe escrito donde se realice una comparación detallada con los resultados descritos aquí para el objetivo específico 1. En este sentido, es preciso esclarecer las relaciones que se establecieron entre los actores, las variables y los ejes o líneas base de trabajo, y debe determinarse si se presentó un cambio en la valoración de cada actor con respecto a las variables y las líneas. Con base en esa comparación, se realizarán recomendaciones para el planteamiento del futuro proyecto ambiental del siguiente ciclo de 5 años.

Consideraciones finales

La experiencia presentada propone un enfoque participativo y comunitario para desarrollar los programas de educación ambiental (PRAE) en instituciones educativas. Utiliza un diagnóstico estadístico robusto que recoge percepciones y valoraciones de los actores de la comunidad educativa de manera amplia, y propone acciones para su implementación y seguimiento.

En la etapa de diagnóstico, participaron un total de 4015 personas —los estudiantes conformaron el grupo más numeroso—. Se encontró que los actores educativos formaron 5 grupos homogéneos y las variables formaron 4 grupos altamente correlacionados. Además, el diagrama de ordenación PCA evidenció que los actores educativos difieren en la ponderación de las variables respuesta, identificándose 4 líneas de trabajo para orientar las actividades de educación ambiental propuestas en la institución. Se caracterizaron las actividades realizadas en los últimos años en el colegio, se estableció un punto de partida respecto a las líneas de trabajo y se diseñaron mecanismos y tiempos pertinentes para evaluar la propuesta.

La metodología descrita puede aplicarse en cualquier institución educativa, aunque requiere conocimientos básicos en lenguaje de programación de R y estadística multivariada, lo que podría ser una limitación para su ejecución. Sin embargo, dado que los docentes de ciencias naturales suelen estar a cargo del

diseño y la ejecución de estos proyectos, esta propuesta podría ser una oportunidad para transversalizar e incluir a otros campos del conocimiento docente en el desarrollo de los PRAE en las instituciones, superando la limitación en el manejo de programas estadísticos.

Si bien en esta experiencia se utilizaron formularios digitales para los instrumentos de recolección de información con el objetivo de facilitar el manejo de los datos, los instrumentos pueden ser aplicados de forma física. Sin embargo, se recomienda calcular un tamaño de muestra significativo para la población estudiada. Asimismo, es importante revisar el número y la pertinencia de las preguntas de los instrumentos de recolección de información para el contexto donde se quieran aplicar.

En conclusión, la presente experiencia pedagógica permitió plantear un PRAE usando un enfoque participativo y comunitario, y puede aportar para desarrollar proyectos educativos ambientales de forma sistemática, objetiva, replicable y comparable. Puede ser un punto de partida para diseñar proyectos ambientales en diferentes niveles y contextos educativos. Los resultados sugieren relaciones particulares entre los diferentes actores de la institución estudiada y los componentes de la educación ambiental. Estas relaciones pueden utilizarse para proponer enfoques diferenciados. Adoptar diagnósticos robustos que involucren a la mayoría de actores en una comunidad educativa puede orientar mejor las propuestas y actividades de educación ambiental. Se espera que esta propuesta pueda contribuir al diseño y desarrollo de los Programas de Educación Ambiental (PROCEDA) y sea considerada en el ámbito del CIDEA.

En este trabajo se buscaba describir la experiencia pedagógica que llevó al diseño y planteamiento de un PRAE en una institución educativa. Para darle mayor alcance analítico,

es importante que para futuros trabajos que aplique la metodología aquí descrita, se realice un análisis más profundo de los resultados obtenidos incluyendo elementos que permitan una triangulación con referentes teóricos y prácticos.

Referencias

- Alonso-Alvarez, E., Sánchez-Marín, C., Falla-Rivas, F., Guevara-González, G., García-Beltrán, L., Morales-Godoy, M. y Niño-López, J. (2020). *El Proyecto Ambiental Escolar (PRAE): estrategia para dinamizar la inclusión de la dimensión ambiental en el currículo*. Secretaría de Educación del Distrito, 2020.
- Ayala, A. (2017). Estado de los proyectos ambientales escolares en boyacá. *Revista Luna Azul*, 44, 39-58. <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.4>
- Arnholt, A. (2012). *PASWR: Probability and Statistics with R. R Package Version 1.1*. <https://CRAN.R-project.org/package=PASWR>
- Arnold, J. (2021). *ggthemes: Extra Themes, Scales and Geoms for 'ggplot2'*. *R package version 4.2.4*. <https://CRAN.R-project.org/package=ggthemes>.
- Azzalini, A. (2021). *The R Package 'sn': The Skew-Normal and Related Distributions such as the Skew-t and the SUN (version 2.0.0)*. <http://azzalini.stat.unipd.it/SN/>
- Baena, P. (2017). *Metodología de la investigación* (3.ª ed.). Grupo Editorial Patria.
- Barreto, C. y Serrato, L. (2015). Estrategias socioeducativas para el manejo adecuado de residuos sólidos de tipo plástico en el colegio Agustín Fernández de Bogotá D. C. *Biografía*, Número Extraordinario, 700-714. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/3498>

- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. (1972). *Declaración de Estocolmo*.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1992). *Declaración de Río*.
- Congreso de Colombia. (19 de diciembre de 1973). Ley 23 de 1973: Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente y se dictan otras disposiciones. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9018&dt=S>
- Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. DO: 41 146. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html
- Congreso de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley 115 de 1994: Por la cual se expide la ley general de educación. DO: 41 214. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0115_1994.html
- Congreso de Colombia. (05 de julio de 2012). Ley 1549 de 2012: Por medio de la cual se fortalece la institucionalización de la política nacional de educación ambiental y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial. DO: 48 482. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1683174>
- Constitución Política de Colombia [Const]. (1991). http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- Eddelbuettel, D. y Balamuta, J. (2018). Extending R with C++: A Brief Introduction to Rcpp. *The American Statistician*, 72(1). <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1375990>.
- Feinerer, I. y Hornik, K (2020). *tm: Text Mining Package*. R package version 0.7-8. <https://CRAN.R-project.org/package=tm>
- Fernández, C. (2015). Incidencia de los componentes de participación y territorialización de la "herramienta prae de la secretaría de educación distrital (sed) de Bogotá D. C.", en el diseño de los PRAE de las instituciones educativas de la localidad de San Cristóbal sur. *Biografía*, Número Extraordinario, 448-457. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fellows, I. (2018). *wordcloud: Word Clouds*. R package version 2.6. <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud>
- Gómez-Agudelo, M. (2018). Educación para el desarrollo sostenible. Una mirada a los proyectos ambientales escolares (PRAE). *Libre Empresa*, 15(2), 179-194.

- Henao-Hueso, O. y Sánchez-Arce, L. (2019). La educación ambiental en Colombia, utopía o realidad. *Revista Conrado*, 15(67), 213-219.
- Herrera, J., Reyes, L., Amaya, H. y Gerena, O. (2006). Evaluación de los proyectos ambientales escolares en colegios oficiales de la localidad 18 en Bogotá. *Gestión y Ambiente*, 9(1), 115-122. <https://doi.org/10.15446/ga.v9n1.76127>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill Education.
- Holguín-Aguirre, M., Luque-Bonilla, P., Pupo-Gómez, A., Lezaca-Sánchez, J., Rodríguez-Angarita, T. y Rodríguez-Villabona, I. (2006). *Guía metodológica para la formulación de proyectos ambientales escolares: un reto más allá de la escuela*. Jardín Botánico José Celestino Mutis; Universidad Libre. <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/978-958-97987-3-7>
- Jaramillo, S., Alzate, L. y Cardona, J. (2017). Un estudio exploratorio sobre las concepciones acerca de la educación ambiental de integrantes de la comunidad de dos establecimientos educativos del departamento de Antioquía. *Biografía*, Número Extraordinario, 1352-1359. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/7309>
- Kassambara, A. y Mundt, F. (2020). *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses*. R package version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
- Lang, D. y Chien, G. (2018). *wordcloud2: Create Word Cloud by 'htmlwidget'*. R package version 0.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=wordcloud2>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2005). *Educar para el desarrollo sostenible*. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-90893.html>
- Mora-Ortiz, J. (2015). Los Proyectos Ambientales Escolares. Herramientas de gestión ambiental. *Bitacora*, 2, 67-74. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v2n25.39975>
- Murdoch, D. y Chow, E. (2020). *ellipse: Functions for Drawing Ellipses and Ellipse-Like Confidence Regions*. R package version 0.4.2. <https://CRAN.R-project.org/package=ellipse>
- Nakazawa, M., (2021). *fmsb: Functions for Medical Statistics Book with some Demographic Data*. R package version 0.7.2. <https://CRAN.R-project.org/package=fmsb>
- Neuwirth, E. (2014). *RColorBrewer: ColorBrewer Palettes*. R package version 1.1-2. <https://CRAN.R-project.org/package=RColorBrewer>
- Pita-Morales, L., García, J., Collazos, C., Monroy, V., Ruano, C. y Castiblanco, J. (2015). Proyecto ambiental escolar (PRAE) para la recuperación de suelos en la Institución Educativa Técnica de Salamanca, Samacá, Boyacá. *Teknos. Revista Científica*, 15(1), 83. <https://doi.org/10.25044/25392190.480>
- Presidencia de la República de Colombia. (3 de agosto de 1994). Decreto 1860 de 1994: Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 115 de 1994, en los aspectos pedagógicos y organizativos generales. DO: 41 473. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-172061_archivo_pdf_decreto1860_94.pdf
- Presidencia de la República de Colombia. (3 de agosto de 1994). Decreto 1743 de 1994: Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de

educación formal, se fijan criterios para la promoción de la educación ambiental no formal e informal y se establecen los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente. DO: 41 476. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1342748>

R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Robinson, S. (2016). *tidytext: Text Mining and Analysis Using Tidy Data Principles in R*. *_JOSS_*, *1*(3). <http://dx.doi.org/10.21105/joss.00037>

Torres-Carrasco, M. (1998). La Educación Ambiental: una estrategia flexible, un proceso y unos propósitos en permanente construcción. La experiencia de Colombia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 16, 23-48. <https://doi.org/10.35362/rie1601110>.

Wei, T. y Simko, V. (2021). *R package 'corrplot': Visualization of a Correlation Matrix (Version 0.90)*. <https://github.com/taiyun/corrplot>

Wickham, H. (2007). Reshaping Data with the reshape Package. *Journal of Statistical Software*, 21(12), 1-20. <http://www.jstatsoft.org/v21/i12/>

Wickham, H., (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag.

Wickham, H. Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Grolemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., et al. (2019). Welcome to the tidyverse. *Journal of Open, Source Software*, 4(43), 1686. <https://doi.org/10.21105/joss.01686>

Wickham, H. y Bryan, J. (2019). *readxl: Read Excel Files*. R package version 1.3.1. <https://CRAN.R-project.org/package=readxl>

Wickham, H., François, R., Henry, L. y Müller, K. (2021). *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 1.0.5. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>