

# Enseñar distinto

## Aportes de maestros en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas en ciencias naturales y matemáticas

Luisa Fernanda Urrego Hoyos  
(autora compiladora)



# **ENSEÑAR DISTINTO**

**PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA**

**Presidente de la República de Colombia**

Gustavo Francisco Petro Urrego

**MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL**

**Ministra de Educación Nacional**

Aurora Vergara Figueroa

**Viceministro de Preescolar, Básica y Media**

Óscar Sánchez Jaramillo

**Directora de Calidad para la Educación**

**Preescolar, Básica y Media**

Liliana María Sánchez Villada

**Subdirectora de Fomento de Competencias**

Lady Marcela Cascavita

**Coordinadora Formación de Docentes**

**y Directivos**

Claudia Gladys Pedraza Gutiérrez

**MINISTERIO DE CIENCIA,**

**TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

**Ministro de Ciencia, Tecnología e Innovación**

Arturo Luis Luna Tapia

**Líder Equipo Humanidades y**

**Ciencias Sociales**

**Dirección de Gestión de Recursos**

**para la CTeI**

Milena del Carmen Rodríguez Cárdenas

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

**Rectora Universidad de los Andes**

Raquel Bernal Salazar

**Decano Facultad de Educación**

Jorge Baxter

**Investigador principal del proyecto**

**“La Investigación en la Escuela y el Maestro Investigador en Colombia”**

Hernando Bayona-Rodríguez

26 de noviembre del 2020 - 4 de septiembre del 2022

**Investigadora principal del proyecto**

**“La Investigación en la Escuela y el Maestro Investigador en Colombia”**

Nancy Palacios Mena

22 de septiembre del 2022 - 26 de noviembre del 2022

**Coordinadora del proyecto**

Leonor Delgado Vanegas

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

**Rector Universidad Autónoma de Bucaramanga**

Juan Camilo Montoya Bozzi

**INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA Y**

**EL DESARROLLO PEDAGÓGICO (IDEP)**

**Directora IDEP**

Cecilia Rincón Verdugo

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ITM**

**Rector Institución Universitaria ITM**

Alejandro Villa Gómez

# **ENSEÑAR DISTINTO**

**APORTES DE MAESTROS EN EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE  
ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS EN CIENCIAS NATURALES  
Y MATEMÁTICAS**

**Luisa Fernanda Urrego Hoyos**  
(autora compiladora)

**Universidad de los Andes  
Institución Universitaria ITM**

Nombre: Urrego Hoyos, Luisa Fernanda, autor, compilador.

Título: Enseñar distinto : aportes de maestros en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas en ciencias naturales y matemáticas / Luisa Fernanda Urrego Hoyos (autora compiladora)

Descripción: Bogotá : Universidad de los Andes, Facultad de Educación, Ediciones Uniandes ; Medellín : Institución Universitaria ITM, 2024. | xxi, 252 páginas : ilustraciones ; 17 x 24 cm.

Identificadores: ISBN 978-958-798-603-7 (rústica) | 978-958-798-604-4 (e-book) |

Materias: Prácticas de la enseñanza | Educación ambiental | Ciencias naturales – Enseñanza | Matemáticas – Enseñanza

Clasificación: CDD 371.102--dc23

SBUA

Primera edición: julio del 2024

© Luisa Fernanda Hoyos Urrego, autora compiladora

© Universidad de los Andes, Facultad de Educación  
Ediciones Uniandes  
Carrera 1.ª n.º 18A-12, bloque Tm  
Bogotá, D. C., Colombia, Colombia  
Teléfono: 601 339 4949, ext. 2133  
<http://ediciones.uniandes.edu>.

© Institución Universitaria ITM  
Sello Editorial ITM  
Calle 75 n.º 75-101  
Medellín, Colombia  
Teléfono: 604 440 5100, ext. 5197  
<http://catalogo.itm.edu.co>  
[fondoeditorial@itm.edu.co](mailto:fondoeditorial@itm.edu.co)

ISBN: 978-958-798-603-7

ISBN e-book: 978-958-798-604-4

DOI: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044>

Corrección de estilo: Laura Porras

Diagramación interna: Luz Samanta Sabogal

Diseño de cubierta: Julio Mauricio Raigosa Álvarez

Ilustración de cubierta: Felipe Rodríguez Rodríguez

Impresión:

Imageprinting Ltda.

Carrera 27 n.º 76-38

Teléfonos: 601 631 1350 - 601 631 1736

Bogotá, D. C., Colombia

Impreso en Colombia – *Printed in Colombia*

Universidad de los Andes | Vigilada Mineducación. Reconocimiento como universidad: Decreto 1297 del 30 de mayo de 1964. Reconocimiento de personería jurídica: Resolución 28 del 23 de febrero de 1949, Minjusticia.  
Acreditación institucional de alta calidad, 10 años: Resolución 582 del 9 de enero del 2015, Mineducación

Institución Universitaria ITM | Vigilada Mineducación. Reconocimiento de carácter académico: Resolución 6190 del 21 de diciembre de 2005, Mineducación. Reconocimiento de personería jurídica: Decreto 180 del 25 de febrero de 1992, Minjusticia. Renovación acreditación institucional de alta calidad, 8 años: Resolución 013595 del 24 de julio de 2020, Mineducación

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial.

# Contenido

INTRODUCCIÓN	XIII
<b>CAPÍTULO 1. LOS PROYECTOS AMBIENTALES ESCOLARES: EDUCAR PARA LA SOSTENIBILIDAD</b>	<b>1</b>
Ingrid Marcela Sánchez Corzo	
<b>CAPÍTULO 2. PROMOCIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL CON BASE EN UN DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO SINÚ</b>	<b>39</b>
Amira Cecilia Padilla Jiménez Andrés Betín Ruiz Nataly Galán Freyle Leonardo Carlos Pacheco Londoño	
<b>CAPÍTULO 3. INCIDENCIA DE LA METACOGNICIÓN EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES</b>	<b>59</b>
Gloria Yaneth Ayala-Soto Juan Carlos Gallego-Gómez	
<b>CAPÍTULO 4. ENSEÑANZA SOBRE LA FLORA DEL PÁRAMO: UNA ESTRATEGIA FUERA DEL AULA</b>	<b>87</b>
Edward Alexis Monroy Jáuregui Diana Marcela Villegas Moreno	
<b>CAPÍTULO 5. ACTITUD ÉTICA DEL CUIDADO EN LOS ENTORNOS AMBIENTALES DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS</b>	<b>115</b>
Mauricio Esteban Muñoz Ángela María Sánchez Gómez Libardo Maya Ramírez	

CAPÍTULO 6. CUIDAR EL PLANETA DESDE LA ESCUELA Alexander Mojica Ruiz	143
CAPÍTULO 7. USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LAS CIENCIAS NATURALES Francy Suley Pérez Ortiz	179
CAPÍTULO 8. REPRESENTACIÓN POLINOMIAL DE NUMERALES ESCRITOS EN EL SISTEMA DECIMAL DE NUMERACIÓN: UN ESTUDIO CON NIÑOS ESCOLARIZADOS Helmer Jesús Ruiz Díaz Yilton Riascos Forero	191
CAPÍTULO 9. RELACIONES ENTRE ENSEÑANZA, EVALUACIÓN, RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y PRIMERA INFANCIA EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA Juan Carlos Escobar Zúñiga Paula Andrea Sánchez Valencia Jorge Alejandro Escobar Zúñiga Cesar Augusto Hurtado Zapata	225
SOBRE LOS AUTORES	245

# Lista de recursos gráficos

## Figuras

Figura 1.1. Resultados encuesta a estudiantes por categorías - pretest	20
Figura 1.2. Resultados encuesta a estudiantes por categorías comparación pretest y postest	25
Figura 1.3. Respuestas existencia del PRAE en la institución - docentes - pretest	27
Figura 1.4. Resultados encuesta a docentes por categorías - pretest	28
Figura 1.5. Resultados encuesta a docentes por categorías - comparación pretest y postest	30
Figura 2.1A. Ubicación geográfica del municipio de San Pelayo	45
Figura 2.1B. Puntos de muestreo	45
Figura 2.2. Índices de calidad del agua promedio en cada punto de muestreo	51
Figura 3.1. Modelo intervención pedagógico-didáctica	66
Figura 3.2. Medidas marginales estimadas grupo 1 y grupo 2	76
Figura 4.1. Ubicación del área de estudio. Superior derecha, hacia abajo y a la izquierda: Colombia, Bogotá, Usme, colegio Gabriel García Márquez, páramo El Verdillo	91
Figura 4.2. Fases metodológicas de la estrategia pedagógica	92
Figura 4.3. Resumen de respuestas en prueba diagnóstica de fase uno	95
Figura 4.4. Evaluación del primer ejercicio de lectura con la metodología Jigsaw	96
Figura 4.5. Valoración de los diarios de campo, según matriz de evaluación	96
Figura 4.6. Revisión de la clasificación taxonómica de flora, realizada por los estudiantes	97
Figura 5.1. Planteamiento del problema	118
Figura 5.2. Conceptos teóricos de la investigación	120
Figura 5.3. Etapas metodológicas	120
Figura 5.4. Técnicas utilizadas para la recolección de datos	122
Figura 5.5. Momentos - recolección de datos	124

Figura 6.1. Ruta de indagación y momentos de la clase	156
Figura 6.2. Ruta de aprendizaje: comprender para conservar	160
Figura 6.3. Secuencia didáctica leer y escribir hacia una puesta en la nube	161
Figura 6.4. Transversalidad y actividades que se realizan en el club escolar El Parche Ambiente Glocal	165
Figura 7.1. Nivel de competencia TIC en docentes	184
Figura 7.2. Nivel de desempeño logrado por los estudiantes	185
Figura 8.1. Tarjetas con expresiones involucradas en un polinomio en base diez	201
Figura 8.2. Estrategias para leer numerales	206
Figura 8.3. Estrategias en la lectura de productos	208
Figura 8.4. Estrategia en la lectura de potencias	209
Figura 8.5. Estrategias en la lectura de sumas de productos	210
Figura 8.6. Estrategias en la lectura de polinomios	211

## Imagen

Imagen 2.1. Evidencia de sesiones pedagógicas, conversatorios y exposiciones por estudiantes	53
---	----

## Tablas

Tabla 1.1. Fases de la investigación	12
Tabla 1.2. Cuestionario diagnóstico de la categoría medioambiente: ítems 1, 2, 3, 4 y 6	15
Tabla 1.3. Cuestionario diagnóstico de la categoría proyecto ambiental escolar: ítem 5	18
Tabla 1.4. Cuestionario diagnóstico de la categoría residuos sólidos: ítems 7, 8 y 9	18
Tabla 1.5. Categoría medioambiente: ítems 1, 2, 3, 4 y 6	21
Tabla 1.6. Cuestionario de la categoría proyecto ambiental escolar: ítem 5	23
Tabla 1.7. Categoría residuos sólidos: ítems 7, 8 y 9	23
Tabla 2.1. Resultados de pH y temperatura reportados por VICTA	50
Tabla 3.1. Estadísticos de rigor test ACRA para cada una de las escalas del pretest y postest ACRA (N = 82)	67
Tabla 3.2. Componentes principales pretest grupo A	69
Tabla 3.3. Componentes principales pretest grupo B	70
Tabla 3.4. Componentes principales postest grupo A	72
Tabla 3.5. Componentes principales postest grupo B	73
Tabla 3.6. Prueba de normalidad	75

Tabla 3.7. Comparaciones por parejas	76
Tabla 3.8. ANOVA	77
Tabla 3.9. Pruebas multivariante	78
Tabla 3.10. Prueba de efectos intersujetos	79
Tabla 3.11. Pruebas de efectos intersujetos	79
Tabla 5.1. Fases, técnicas e instrumentos de recolección de datos	123
Tabla 5.2. Diagrama de bitácoras para la sistematización de respuestas	123
Tabla 5.3. Matriz de encuestas	125
Tabla 5.4. Matriz de encuestas, resultados	127
Tabla 5.5. Matriz de entrevistas	129
Tabla 5.6. Matriz de encuestas, resultados	130
Tabla 5.7. Matriz grupo focal, categorías, preguntas y objetivos	131
Tabla 5.8. Matriz grupo focal, categorías, objetivos y hallazgos	132
Tabla 6.1. Los Héroes del Planeta	155
Tabla 6.2. Estrategias de enseñanza y evaluación	157
Tabla 9.1. Distribución de la población	234
Tabla 9.2. Operacionalización de variables	235
Tabla 9.3. Instrumento de recolección de datos	236
Tabla 9.4. Estadísticos descriptivos	237
Tabla 9.5. Prueba de RHO de Spearman para cada pareja de variables	238



## Introducción

Los estudiosos de la pedagogía han sabido desde hace mucho tiempo que la magia en el aula ocurre gracias al docente; sin embargo, fue necesario que la evidencia empírica mostrara que el factor más importante para el aprendizaje de los niños en el contexto escolar es el maestro. Incluso, en las últimas dos décadas han aumentado los estudios que muestran la importancia de los maestros en aspectos como el desarrollo de los países gracias a su labor en el aula (Barber y Mourshed, 2008). Lo anterior demuestra que el activo más valioso que tienen las instituciones educativas es, sin duda, su recurso humano y, por tanto, es fundamental que los docentes cuenten con una formación permanente que les proporcione las herramientas necesarias para afrontar los nuevos retos de la sociedad, con el fin de lograr una educación de calidad (Chehaybar, 2007).

En Colombia, para garantizar la formación permanente del profesorado, se consagra que

El Estado deberá atender en forma permanente los factores que favorecen la calidad y el mejoramiento de la educación; especialmente velará por la cualificación y formación de los educadores, la promoción docente, los recursos y métodos educativos, la innovación e investigación educativa, la orientación educativa y profesional, la inspección y evaluación del proceso educativo. (Ley 115, 1994)

Y que “los programas estarán relacionados con el área de formación de los docentes, constituirán complementación pedagógica, investigativa y disciplinar y facilitarán la construcción y ejecución del Proyecto Educativo Institucional” (Decreto 709, 1996). Esta normatividad se materializa en el Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026 y en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.

En el Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026, el cuarto desafío estratégico se refiere a la construcción de una política pública para la formación de educadores y uno de sus propósitos es “fomentar la investigación en educación y pedagogía y la formación investigativa en las instituciones formadoras de educadores y en los programas de licenciatura a través de estrategias como seminarios, grupos y redes de investigación, entre otros” (Ministerio de Educación, 2018); en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, como parte del Pacto por la Equidad —que es una política social moderna centrada en la familia, eficiente, de calidad y conectada a mercados—, se establece como propósito la educación de calidad para un futuro con oportunidades para todos. En esta política se enuncia:

Los docentes y directivos docentes son los principales agentes de cambio y liderazgo en el logro de una mejor calidad educativa. Por lo tanto, resulta prioritario reconocerlos como tal y promoverlos en su desarrollo personal y profesional, propiciando su bienestar y fortaleciendo sus prácticas pedagógicas y didácticas, así como su proceso de formación.

[...]

[Se] promoverá la excelencia docente, a través del reconocimiento del saber pedagógico y la investigación sobre la práctica, con el apoyo de Colciencias, mediante cuatro líneas de investigación: recursos didácticos, comunidades de aprendizaje, divulgación del saber pedagógico y jóvenes maestros investigadores. (Gobierno de Colombia, 2019, p. 295)

Con el fin de alcanzar los objetivos descritos, el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (antes Colciencias) crearon el proyecto “La Investigación en la Escuela y el Maestro Investigador en Colombia”, liderado por la Universidad de los Andes en alianza con el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP) y la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Por medio del proyecto se procuró aportar a la excelencia de los educadores del sector oficial, mediante un modelo de acompañamiento que promoviera las capacidades de los docentes en la publicación de artículos científicos que resultaran de sus investigaciones. Por tanto, buscó incentivar a los docentes y directivos docentes para que desarrollaran procesos

investigativos y de producción académica, y que a su vez incidieran en la reflexión y transformación de sus prácticas pedagógicas y de la gestión institucional.

*Enseñar distinto. Aportes de maestros en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas en ciencias naturales y matemáticas* es resultado de este proyecto y del trabajo colaborativo de los docentes participantes, quienes por medio de la reconstrucción de las huellas de sus prácticas pedagógicas, la sistematización de sus procesos y de sus experiencias de aprendizaje significativas han producido un conocimiento supremamente valioso sobre el quehacer pedagógico, lo que ha convertido sus investigaciones en fuentes de mejora y de transformación para este campo. Sin embargo, muchas veces la amplia producción de conocimiento derivado de los procesos de investigación que desarrollan los maestros en la escuela y el aula no es difundida entre los mismos colegas, y menos aún entre la sociedad científica, ratificando así la importancia del desarrollo de proyectos que promuevan la divulgación del saber pedagógico de los maestros investigadores.

Adicionalmente, es importante resaltar que una amplia cantidad de las investigaciones desarrolladas por los maestros<sup>1</sup> están dirigidas a cómo enseñar, lo que ha convertido este tema en una problemática concreta e interesante de la investigación didáctica. Así mismo, la lectura de los contextos por parte de los docentes ha posibilitado la expansión de su creatividad pedagógica para orientar su enseñanza, es decir, hacer uso de diferentes tácticas que se diseñan, implementan y evalúan para favorecer el aprendizaje de sus estudiantes. A continuación, se presentarán varias de estas estrategias pedagógicas diseñadas e implementadas por maestros para la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas. En primer lugar, se presentan casos que involucran el desarrollo de proyectos pedagógicos para la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente para la educación ambiental. A continuación, se presentan algunas experiencias relacionadas con el uso de herramientas de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), tanto para la enseñanza de las ciencias naturales como de las matemáticas. Por último, se presentan otros casos relacionados con la enseñanza de las matemáticas.

<sup>1</sup> Por economía lingüística, en este libro se usará el masculino gramatical o genérico en plural para referirse a todos los individuos.

Desde hace varias décadas se han desarrollado y estudiado diferentes estrategias en la didáctica en las ciencias naturales, con el objetivo de promover el interés de los estudiantes en los problemas cotidianos y que estos les permitan apropiarse de los conceptos científicos. Por su parte, los docentes han sabido identificar las destrezas y habilidades de sus estudiantes para preparar los contenidos y diseñar las estrategias que permitan la comprensión de los conceptos científicos y el desarrollo del pensamiento científico. Muestra de ello son las cinco experiencias que se describen a continuación.

En el primer capítulo, “Los proyectos ambientales escolares: educar para la sostenibilidad”, se muestra el diseño del proyecto ambiental escolar del colegio Carlos Julio García, una institución educativa rural del corregimiento de Papayal, ubicado en el departamento de Santander, Colombia. Contó con la participación de 43 estudiantes, 11 docentes de básica secundaria y media, un directivo docente (rector) y un docente orientador. El proyecto educativo se enfocó en la problemática del manejo inadecuado de los residuos sólidos, por lo que, mediante el uso de la metodología cualitativa de investigación-acción, se recopiló y analizó la información que permitió identificar las concepciones, percepciones y actitudes de los estudiantes y docentes con respecto al medioambiente, la educación ambiental, los proyectos ambientales escolares (PRAE) y los residuos sólidos. A partir de esta información, se planteó la propuesta del PRAE institucional de manera contextualizada. El proyecto identificó una variación positiva en los resultados obtenidos antes y después de la intervención, pues se obtuvo un aumento del 12% en la actitud positiva hacia el medioambiente para estudiantes y del 7% para docentes; un 60% en cuanto al conocimiento del PRAE para estudiantes y un 67% para docentes, así como un 26% de aumento en el manejo adecuado de residuos sólidos por parte de los estudiantes y 31% por parte de los docentes.

En el capítulo “Promoción de la educación ambiental con base en un diagnóstico de la calidad del agua del río Sinú” se desarrolló una propuesta de enseñanza para favorecer el aprendizaje en el aula, con el fin de abordar los procesos de la educación ambiental, potenciar la conexión de la práctica escolar con la investigación universitaria y conformar una comunidad de aprendizaje con conocimientos en técnicas, métodos y tecnologías. El proyecto se desarrolló con 25 estudiantes de los grados sexto a noveno de la Institución Educativa Santa

Teresita del municipio de San Pelayo, Córdoba, y tuvo como propósito articular el contenido escolar del cuidado del agua con el cálculo del índice de calidad del agua (ICA) en seis puntos de muestreo del recorrido del río Sinú. Como resultado del proyecto, los estudiantes adquirieron destrezas en la toma de muestras y en la realización de análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Adicionalmente, los estudiantes pudieron identificar que las aguas del río Sinú se clasifican en categoría media-buena.

El tercer capítulo, “Incidencia de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias naturales”, se presenta la investigación que se llevó a cabo con 82 estudiantes de grado séptimo pertenecientes a una institución educativa de carácter oficial del departamento del Valle del Cauca, Colombia. Su objetivo fue indagar por el desarrollo de habilidades metacognitivas y su relación con el rendimiento académico en el aprendizaje de las ciencias naturales. En el desarrollo metodológico de la investigación se implementaron dos estrategias de aprendizaje diferentes para dos grupos: una de aprendizaje autorregulado y otra tradicional. Además, se contemplaron variables socioeconómicas y socioafectivas, así como la resolución de la prueba de Adquisición, Codificación, Recuperación y Apoyo al procesamiento (ACRA), tanto en pretest como postest, que permitió la comparación intra e intergrupala. Como resultado no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, lo que puede deberse al poco tiempo de intervención, que impidió el desarrollo del proceso de la metacognición.

Posteriormente, en el capítulo titulado “Enseñanza sobre la flora del páramo: una estrategia fuera del aula” se sistematiza la experiencia del desarrollo de una estrategia pedagógica realizada con 54 estudiantes de grado once del colegio Gabriel García Márquez, de la localidad de Usme en Bogotá, Colombia. Esta estrategia tuvo como objetivo favorecer la comprensión de la importancia de la flora del páramo El Verdillo, ubicado en la misma localidad en la que se encuentra la institución. La experiencia se desarrolló tomando elementos del aprendizaje fuera del aula y el enfoque de aprendizaje basado en la investigación y abordó conceptos relacionados con la flora de páramo a partir de una caracterización biológica de esta, mediante el trabajo de campo y la determinación de plantas. Como resultado, se encontró que, cuando el estudiante asumió el rol de investigador inmerso en un ecosistema de su entorno, adquirió motivación y fortaleció sus procesos de aprendizaje en conceptos asociados con la flora. Como

reconocimiento al trabajo realizado, la experiencia fue seleccionada para participar en el Foro Local Educativo de Usme y en el evento “Experiencias que inspiran”, en el marco del proyecto Colegios Amigos del Turismo, del Viceministerio de Industria y Comercio.

Por último, en el quinto capítulo, “Actitud ética del cuidado en los entornos ambientales de los estudiantes universitarios”, se presenta una investigación cualitativa desarrollada con 12 estudiantes de diferentes programas de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali, Colombia. El estudio se realizó con el método etnográfico y buscó describir la actitud ética de los estudiantes frente a su entorno ambiental mediante la aplicación de cuatro métodos de recolección de información: observación, encuestas, grupos focales y entrevistas. La investigación se centró en conceptualizar la educación ambiental integral, teniendo en cuenta el cuidado de sí mismo y del ambiente desde una perspectiva de la otredad. Como resultado, se plantea vincular a la práctica, como elemento fundamental, en el método de la pedagogía crítica del ver, juzgar y actuar en la formación de profesionales íntegros y que, a su vez, propenda por el desarrollo de comportamientos responsables y sostenibles sobre el medioambiente, con el fin de lograr cambios en los valores, conductas y estilos de vida que hagan del educando-educador un sujeto transformador en el ejercicio de ejercer la ética del cuidado en la cotidianidad.

Por otra parte, las transformaciones sociales, culturales y económicas propias de la sociedad del siglo XXI han permitido el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto en la presencialidad como en la virtualidad, de forma unidireccional o bidireccional, sincrónica o asincrónica y facilitando la comunicación entre estudiantes y docentes-estudiantes (Castro *et al.*, 2007). Adicionalmente, su uso propicia y mantiene el interés y la motivación de los estudiantes, incentiva la interdisciplinariedad, promueve la interacción de los grupos de trabajo, la discusión y el aprendizaje colaborativo, lo que se identifica en las dos experiencias que se describen a continuación.

En el capítulo “Cuidar el planeta desde la escuela” se expone la sistematización de la experiencia del club escolar de investigación y producción transmedia “El Parche”, desarrollado en el departamento de Boyacá a partir del 2006 y que ha integrado a diferentes instituciones educativas de variados municipios

del departamento. Esta experiencia tuvo como objetivo integrar y transformar la escuela por medio de la investigación, la comunicación y la educación ambiental, mediada por la producción transmedia, y se ha constituido en una organización escolar que motiva la lectura y la escritura de los estudiantes, así como el trabajo en equipo entre estudiantes y docentes. Además, ha sido reconocida como el club de estudiantes que lidera la protección del ambiente en Boyacá, pues cuenta con la experiencia nacional en innovar y educar con TIC gracias a que representó al país en el Simposio Global de TIC en Educación 2015, realizado en Corea del Sur, y porque ha sido el mejor proyecto ambiental escolar en el país en el 2020. Los resultados de la sistematización demuestran que la experiencia ha promovido la formación ciudadana y ambiental mediada por herramientas audiovisuales de comunicación y las TIC, con el propósito de aprender a cuidar el planeta al formar ciudadanos planetarios, sensibles e involucrados con la solución de los problemas ambientales de su entorno.

Y en el capítulo titulado “Uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza experimental de las ciencias naturales” se presenta el análisis de la implementación de laboratorios virtuales, como herramienta de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), para la enseñanza de las ciencias naturales. La experiencia se desarrolló con 100 estudiantes de grado octavo y 10 docentes de ciencias naturales de educación básica y media en la institución educativa Antonio Nariño, ubicada en el municipio de Mosquera en Cundinamarca, Colombia. La investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de apropiación que tienen los docentes en cuanto al uso de las TIC e identificar un diseño pedagógico para usarlas en el fortalecimiento de los desempeños académicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje con los estudiantes. Como resultado se obtuvo que los docentes cuentan con un nivel de uso efectivo y satisfactorio de las TIC, sin embargo, estos conocimientos no siempre son aplicados en la enseñanza. Adicionalmente, la realización de laboratorios virtuales mejora tanto el desempeño de los estudiantes como su actitud hacia el proceso de aprendizaje.

Finalmente, en los últimos dos capítulos se aborda la enseñanza de las matemáticas. En ambos se supera la compleja red de los contextos individuales y socioculturales —con el fin de validar las diferentes estrategias que pueden flexibilizarse y enriquecerse continuamente—, debido a que estrategias didácticas

como estas son diseñadas por los docentes después de enfrentarse a problemas concretos, con estudiantes específicos, en un contexto particular con condiciones determinadas.

En el octavo capítulo, “Representación polinomial de numerales escritos en el sistema decimal de numeración: un estudio con niños escolarizados”, se presenta una investigación realizada con 22 estudiantes de grados cuarto, quinto y sexto de educación básica con edades entre los 9 y los 11 años. La investigación tuvo como propósito comprender la manera como los niños acceden al conocimiento matemático y, específicamente, entender cómo los estudiantes construyen el aprendizaje acerca de la representación polinomial, con el fin de establecer estrategias que mejoren y fortalezcan los procesos de enseñanza del sistema decimal de numeración (SDN) en el futuro. La selección de los niños se realizó por convocatoria y se solicitó el cumplimiento del requisito básico de no haber estudiado, al momento de la entrevista, el concepto de *potenciación* en sus cursos previos de matemáticas. En los resultados se observaron dificultades en el tratamiento de operaciones como representaciones de numerales, así como la necesidad de complementar las representaciones aditivas y multiplicativas con explicaciones que apunten a desarrollar la representación potenciadora para enriquecer la comprensión de la representación polinomial.

Para terminar, en el capítulo noveno, “Relaciones entre enseñanza, evaluación, resolución de problemas y primera infancia en educación matemática”, la investigación se realizó con 20 docentes de los grados primero y segundo de cuatro instituciones educativas oficiales del municipio de Cartago, en el departamento de Valle del Cauca, Colombia. La experiencia tuvo como propósito conocer si existen relaciones significativas entre la enseñanza integral de las matemáticas, la resolución de problemas, la primera infancia y la evaluación formativa en docentes. Como resultado, se encontró que existe una correlación entre la enseñanza integral de las matemáticas y la resolución de problemas, así como entre la resolución de problemas y la de evaluación formativa. Sin embargo, el estudio no pone en evidencia la correlación entre la resolución de problemas y la primera infancia. De esta manera, el estudio realizado permite establecer rutas con el fin de mejorar el diseño de las clases de matemáticas teniendo en cuenta la integración de las dimensiones estudiadas en el proceso formativo integral, como la enseñanza didáctica de las matemáticas, el aprendizaje basado

en problemas, la evaluación formativa, las matemáticas emocionales, las secuencias didácticas, la resolución de problemas de Pólya, el material concreto y la primera infancia.

Estas distintas experiencias muestran diversas posibilidades para crear espacios y prácticas pedagógicas creativas en la formación en las ciencias naturales y las matemáticas. Además, permiten reflexionar sobre la importancia de observar los ambientes de aprendizaje, las formas de comunicación, la formulación de problemas, la identificación de los procesos lógicos de los estudiantes, la inclusión de su cultura y sus entornos socioculturales en el diseño de estas. Así mismo, reafirman que la transformación en la escuela, aunque es un proceso complejo, es posible cuando es impulsado y potenciado por los docentes desde su trabajo en el aula; esto demuestra que son el activo más valioso que tiene las instituciones educativas a favor de una educación de calidad. Es así como estas estrategias, distintas, innovadoras y pertinentes, permitieron obtener un mejor resultado académico de los estudiantes y una mejor actitud hacia su proceso de aprendizaje.

## Referencias

- Barber, M. y Mourshed, M. (2008). Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos. [http://www.oei.es/pdfs/documento\\_preal41.pdf](http://www.oei.es/pdfs/documento_preal41.pdf).
- Castro, S., Guzmán, B. y Casado, D. (2007). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Laurus Revista de Educación*, 13(23), 213-234.
- Chehaybar, E. (2007). *Reflexiones sobre el papel del docente en la calidad educativa*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Decreto 709. (1996, abril 17). Por el cual se establece el reglamento general para el desarrollo de programas de formación de educadores y se crean condiciones para su mejoramiento profesional. Artículo 7.
- Gobierno de Colombia. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Departamento Nacional de Planeación.
- Ley 115. (1994, 8 de febrero). Por la cual se expide la ley general de educación. Artículo 4.
- Ministerio de Educación. (2018). Plan Nacional Decenal de Educación 2016 2026. El camino hacia la calidad y la equidad.



# Capítulo 1. Los proyectos ambientales escolares: educar para la sostenibilidad\*

Ingrid Marcela Sánchez Corzo

Este capítulo muestra el proceso de diseño de un proyecto ambiental escolar, en una institución educativa rural, enfocado en la problemática del manejo inadecuado de los residuos sólidos. Se siguieron los lineamientos de la guía metodológica propuesta por el Ministerio de Educación y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se aplicaron instrumentos que permitieron identificar las concepciones, percepciones y actitudes de los estudiantes y docentes con respecto al medioambiente, la educación ambiental, los proyectos ambientales escolares (PRAE) y los residuos sólidos, lo cual se constituyó en un insumo importante para el diseño de las actividades. El marco teórico se desarrolló con base en los planteamientos de Enrique Leff y Alberto Otero con respecto a la construcción del concepto de *medioambiente* y, en relación con el manejo de los residuos sólidos, se siguieron los referentes de la política nacional para su gestión integral. La investigación se abordó desde un enfoque cualitativo con el método de investigación-acción; por tanto, la información y el análisis correspondiente permitieron plantear la propuesta del PRAE institucional de manera contextualizada. Finalmente, el desarrollo del proyecto generó la consolidación de una alianza interinstitucional con la policía y el programa de cívica juvenil, mediante la participación de los estudiantes que estaban realizando el servicio social obligatorio en la implementación del plan de actividades del PRAE. Esto permitió abordar la problemática ambiental de forma paulatina, así como el fortalecimiento de los conocimientos ambientales, del sentido de pertenencia y el grado de compromiso en el cuidado y protección de los recursos naturales por parte de la comunidad educativa.

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.1>

## Introducción

Actualmente la temática ambiental desempeña un papel fundamental no solo en el desarrollo social, sino también en la formación estudiantil, por lo que es de vital importancia crear espacios para su fundamentación, fortalecimiento y articulación con prácticas concretas que aporten a la sostenibilidad y que contribuyan con la mitigación de los efectos adversos causados por el ser humano al medioambiente. Ante esta realidad, la implementación institucional del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) se constituye como una importante alternativa, ya que su correcta implementación permite comprometer e involucrar a los estudiantes en el cuidado de su entorno. Esto les permite asumir la importancia de vivir en armonía con la naturaleza, fortaleciendo su sentido de pertenencia por el medioambiente.

Dicho lo anterior, podemos entender al PRAE como una propuesta colombiana y una herramienta escolar que enlaza la educación y el ambiente. Este se erige desde la institución educativa como un elemento inmerso y un actor importante dentro de un contexto social, histórico y geográfico definido. Por lo tanto, el PRAE propende por el cuidado del medioambiente y es una medida para asegurar a las generaciones futuras una mejor calidad de vida. Adicionalmente, esta labor no solo se desarrolla como una medida temporal, sino que busca sembrar una semilla de conciencia y generar un sentido de pertenencia perdurable que llegue a considerarse como una fibra importante en la construcción del tejido social.

En este sentido, en la presente investigación se analiza la implementación del PRAE en el colegio Carlos Julio García del corregimiento de Papayal, ubicado en el municipio de Rionegro, que hace parte del departamento de Santander en Colombia. Por consiguiente, es central comprender tanto las posibilidades como las limitaciones que tuvo este mecanismo de educación ambiental en el territorio. Vale la pena destacar que el corregimiento cuenta con una población de aproximadamente 1500 habitantes, quienes se encuentran ubicados en su caserío principal y en fincas aledañas. Una de las principales problemáticas que se abordó en la implementación del PRAE fue el manejo inadecuado de los residuos sólidos generados tanto en la institución educativa como en el corregimiento. Al respecto, se encontró que un uso consciente de los residuos sólidos disminuye

la contaminación de las fuentes hídricas, causada por la naturalización de prácticas como arrojar los residuos sólidos al río cercano.

El corregimiento de Papayal cuenta con importantes acuíferos. En primer lugar, está el río Lebrija que se constituye como una de sus principales fuentes de sustento, pese a su alto grado de contaminación. En segundo lugar, se encuentran las fuentes de agua subterránea que son del consumo diario de la comunidad, aun cuando no son plenamente potables, debido a las aguas contaminadas que se filtran por el subsuelo. En tercer lugar, está un complejo de ciénagas acompañado por un área de humedales que se considera fundamental para la preservación y conservación del ecosistema, esto implica que es de especial valor ambiental.

Sin embargo, y a pesar del gran valor ambiental que poseen, dos de estas importantes ciénagas, El Pato e Itagiú, se ven amenazadas por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en Papayal y en San Rafael de Lebrija. Además, estas fuentes hídricas se han visto reducidas significativamente a causa de los finqueros que buscan extender las áreas de pastoreo y cultivo para su beneficio económico. Sumado a lo anterior, el complejo de ciénagas de Papayal presenta algunos problemas, por ejemplo, la eliminación de rondas de bosques y la vegetación que le protegen, el establecimiento de sistemas de producción no sostenibles, la agricultura en suelos erosionados que contaminan los caños y disminuyen la cobertura vegetal de las rondas, el avance de la ganadería extensiva, el cultivo de la palma africana y el tráfico de especies (Alcaldía Municipal de Rionegro Santander, 2018).

La institución educativa en la que se desarrolló el proyecto no tenía estudios realizados con respecto al diseño de un PRAE que permitiera orientar acciones en pro del cuidado del medioambiente. A pesar de que la institución y el corregimiento mostraban numerosas problemáticas de tipo ambiental, tales como el desperdicio de papel, agua y energía eléctrica, altos niveles de ruido, inadecuada separación en la fuente de los residuos sólidos, así como la falta de cuidado y sentido de pertenencia por algunas especies de plantas y animales que se encuentran dentro y alrededor de la institución. Asimismo, en el corregimiento de Papayal se usan malas prácticas ambientales como las quemadas diarias de residuos sólidos y material vegetal, falta de cuidado de la fauna y flora y la contaminación excesiva del río Lebrija, que recibe aguas arriba las del río de

Oro. En consecuencia, el río Lebrija continúa incrementando su grado de contaminación en su paso por el corregimiento de Papayal porque, además de recibir sus aguas residuales, también es receptor de residuos sólidos. Esto debido a que el corregimiento no cuenta con puntos de acopio temporal de basuras, lo que, en ocasiones, genera que sean arrojadas al río.

Al respecto se planteó la pregunta: ¿cómo mejorar el manejo de los residuos sólidos al interior del colegio Carlos Julio García mediante su articulación en la propuesta del PRAE? Y se propusieron los siguientes objetivos específicos: (1) realizar un diagnóstico de las prácticas educativas ambientales de docentes y estudiantes de bachillerato de la sede principal del colegio Carlos Julio García, mediante la aplicación de una encuesta, con el propósito de identificar sus conocimientos, percepciones y prácticas ambientales sobre la educación ambiental, el proyecto ambiental escolar (PRAE) y los residuos sólidos. (2) Plantear un plan de actividades que permitiera abordar la problemática ambiental al interior del colegio Carlos Julio García, a partir del análisis de necesidades detectadas en los cuestionarios para evaluar su efectividad y así ser incluidas en la propuesta del PRAE. (3) Comparar los resultados obtenidos de antes y después de las actividades, de manera que, a partir del análisis de los cuestionarios aplicados a docentes y estudiantes, se realizara una propuesta inicial del diseño del PRAE contextualizado a la institución.

Vale la pena resaltar que el diseño de la propuesta del PRAE fue el resultado de una intervención pedagógica que permitió la inclusión de la comunidad educativa en la formulación del documento y la posterior puesta en marcha. Esto permitió generar un impacto social positivo, el cual se reflejó en el mejoramiento de la relación y las prácticas de la población con el medioambiente y en el cambio gradual del entorno. De igual modo, se produjo un cambio en las actitudes de la comunidad educativa, ya que se establecieron procesos organizativos y de limpieza constante de las instalaciones del colegio, así como la separación adecuada de los residuos sólidos y su recolección continua. Esto abrió un proceso de vinculación con un gestor externo que se encargaba del reciclaje y reutilización.

### **Marco teórico**

La revisión bibliográfica se orientó de acuerdo con las categorías de la investigación. Se inició con *medioambiente*, con esta fue esencial encontrar un punto

de convergencia para su conceptualización debido a que se usa de manera muy variada, no solo en las ciencias naturales, sino también en diferentes áreas del conocimiento. Así, Leff (1998), quien adoptó la prevalencia del concepto de *ambiente* sobre el de *medioambiente*, señala que el ambiente está integrado por procesos, tanto de orden físico como social, dominados y excluidos por la racionalidad económica: la naturaleza sobreexplotada y la degradación socioambiental, la pérdida de diversidad biológica y cultural, la pobreza asociada a la destrucción del patrimonio de recursos de los pueblos y la disolución de sus identidades étnicas, la desigual distribución de los costos ecológicos del crecimiento y el deterioro de la calidad de vida.

En este sentido, es fundamental abordar la educación ambiental desde una ética y unos valores ambientales, como ha sido el objetivo de los trabajos de Rengifo (2012), Rodríguez (2012) y Romero (2015), pues desde esta perspectiva se quiere que el ser humano establezca un diálogo de respeto y conservación con su entorno natural, por medio del diseño curricular que permita el aprendizaje y acercamiento de los estudiantes con la realidad, para lograr así un trato muy diferente con la naturaleza. En esta misma dirección, coinciden algunos trabajos, como el de Márquez (2011), con el análisis en aplicación de estrategias en los procesos de educación ambiental y, Morato e Iglesia (2006), con la experiencia cotidiana en la implementación de estrategias significativas en la construcción de la educación ambiental.

Teniendo en cuenta lo anterior, se atiende al llamado del compromiso del profesor con los procesos de educación ambiental, más cuando, en algunos casos, se habla con profundidad de una “conciencia ambiental” y se hace énfasis en que la gestión de una educación ambiental adecuada se define como “el sistema de vivencias, conocimientos y experiencias que el individuo utiliza activamente en su relación con el medio ambiente [...]. La conciencia contribuye a la formación integral de la persona, de su educación a todos los niveles” (Acebal, 2010, p. 48).

En esta misma dirección, se encuentra un documento de la Unesco (1990) de su oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe, en el que se profundiza en la importancia que tiene la formación de los docentes en la creación y ejecución de propuestas ambientales como una forma de transversalizar en sus respectivas áreas de conocimiento.

Bonfim (2009), y otros autores como Martínez (2010), ha definido la educación ambiental: “entendemos que esta se articula con otros campos del conocimiento, por lo que requiere de un enfoque multireferencial y complejo; o, dicho de otro modo, las nociones y conocimientos sobre la educación ambiental proceden de múltiples áreas del saber” (p. 234). De igual manera, otros autores han dedicado su objeto de estudio al desarrollo de este concepto en particular como Tello *et al.* (2015), al dar gran relevancia a los pilares de la educación ambiental como una formación esencial en la construcción de todo discente.

Una parte importante en la educación ambiental es el “desarrollo sostenible”. Se tienen estudios como el de Novo (2009), quien sostiene que este concepto debe incluirse en cada una de las asignaturas y no debe enseñarse de forma aislada como una asignatura independiente. La autora también considera a la educación ambiental “como una genuina educación para el desarrollo sostenible” (p. 196). Continuando en estas definiciones, y destacando la de educación ambiental, se encuentra que está íntimamente ligada al concepto de *sustentabilidad* y al de *desarrollo sostenible*. En consecuencia, la sustentabilidad, en relación con el ambiente y el desarrollo, refiere lo siguiente: la sustentabilidad fuerte y la sustentabilidad débil. La primera hace alusión a que “los tipos de capital natural y económico son suplementarios y revela que no existe igualdad entre estos tipos de capital, de tal manera que los recursos naturales son insustituibles e incluso fundamentales para la producción” (Cantú, 2014, p. 41) y la segunda revela que

tanto el capital económico como el natural pueden ser sustituidos entre estos, con lo cual bajo este supuesto, se puede transmitir de la generación actual a la futura, la provisión de un capital existente mayor al recibido por esta, toda vez que la premisa es que los capitales antes mencionados son intercambiables y sustituibles. (p. 41)

Ahora bien, en lo concerniente a los residuos sólidos, se cuenta con el documento CONPES “Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos” (2016), en el cual se indica que el principal problema asociado a los residuos sólidos está relacionado con la calidad de la separación en la fuente y sobre la educación en el manejo de residuos. La correcta clasificación de los residuos es

la base para el éxito de programas que promuevan su aprovechamiento y tratamiento. Cuando no se clasifican o se hace de manera inadecuada, los materiales se contaminan y resulta mucho más costoso o riesgoso someterlos a procesos de aprovechamiento. Como resultado, se pierde su potencial energético o ya no pueden usarse como materia prima, por lo que tienen que disponerse en los rellenos sanitarios, finalizando su ciclo de vida.

Así mismo, en el documento “Manejo de residuos sólidos. Lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo” del Banco Interamericano de Desarrollo (2009), se indica que, aunque todavía no se ha establecido claramente la relación directa entre el manejo inadecuado de los residuos sólidos y su impacto en la salud y el medioambiente, es claro que representa un factor de riesgo elevado en ambos casos. Los impactos negativos potenciales del manejo inadecuado de los residuos en el medioambiente son evidentes.

De aquí la importancia del proyecto ambiental escolar PRAE en las instituciones de manera contextualizada. Tal como se destaca en el documento: “Guía de diseño e implementación de proyectos ambientales escolares PRAE desde la cultura del agua”, realizado por Campuzano *et al.* (2012), en el cual se indica que el PRAE es el proyecto que incorpora la problemática ambiental local al quehacer de las instituciones educativas, teniendo en cuenta la dinámica natural y sociocultural del contexto. Dicha incorporación tiene el carácter transversal e interdisciplinario propio de las necesidades de la comprensión de la visión sistémica del ambiente y de la formación integral requerida para la transformación de realidades locales, regionales o nacionales. Formación para ser-saber y saber hacer en el marco de una ética adecuada al manejo sostenible del ambiente, que involucra comportamientos, valores y actitudes.

## **Antecedentes**

Los proyectos ambientales escolares aparecen en el contexto nacional a partir del Decreto 1743 de 1994 en este se indica que

todos los establecimientos de educación formal del país, tanto oficiales como privados, en sus distintos niveles de preescolar, básica y media, incluirán dentro de sus proyectos educativos institucionales, proyectos ambientales escolares

en el marco de diagnósticos ambientales, locales, regionales y/o nacionales, con miras a coadyuvar a la resolución de problemas ambientales específicos. (Ministerio de Educación Nacional, 1994, p. 1)

Lo que señala que el proyecto ambiental escolar, aparte de ser fundamental en los documentos institucionales con los que debe contar un establecimiento educativo, debe ser realmente aplicable, fomentar el cuidado del medioambiente y contribuir a la formación de estudiantes con pensamiento más ecológico y con mayor protagonismo en escenarios que promuevan la transformación positiva del entorno como futuros ciudadanos en el orden local, nacional y global.

Posteriormente, en el documento “La dimensión ambiental: un reto para la educación de la nueva sociedad”, Torres (1996) indica que con los proyectos ambientales escolares se pretende generar espacios comunes de reflexión y acción para el mejoramiento de la calidad de vida y de las relaciones con el medioambiente en los establecimientos educativos de todo el país; así mismo se menciona que la educación ambiental es importante en la formación del individuo, porque abre una perspectiva vital a través del manejo de las diversas variables de la vida y logra ubicar al individuo como un ser natural y social. Esta doble visión es la que le va a permitir al individuo ser consciente de su realidad y dinamizar los procesos de cambio, buscando siempre un equilibrio en el manejo de su entorno.

Luego, la Política Nacional de Educación Ambiental (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Educación Nacional, 2002) indica que la educación ambiental debe transformar y enriquecer los procesos de formación en la escuela y viceversa, lo que genera en los estudiantes aptitudes tecnológicas, ciudadanas, científicas y lingüísticas, consideradas esenciales para la adquisición del conocimiento, fortalecer los valores en la autonomía, transformar la realidad y promover la gestión y la participación para formar individuos responsables con el ecosistema.

Así, a pesar de que la Política Nacional de Educación Ambiental (Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Educación Nacional, 2002) representa una figura de autoridad en temas ambientales, en la mayoría de los casos no se identifican logros significativos en esta dirección, tanto en la escuela como en la comunidad, debido a que en muchos casos se hace referencia

a proyectos descontextualizados o poco aplicables a las problemáticas del entorno, lo que revela aún grandes falencias con respecto a la formación ambiental.

Por otra parte, como se indica en el documento “Proyecto ambiental escolar: un intento de Sistematización”, realizado por Corredor *et al.* (2006), la obligatoriedad de tener un proyecto ambiental escolar definida por el Decreto 1743 de agosto de 1994, la imposición, la falta de participación y el entendimiento del proyecto ambiental escolar como un resultado y no como un proceso, llevan a que su ejecución no sea viable. Además, la disponibilidad de tiempo para el desarrollo de las actividades propuestas suele ser mínimo y en ocasiones nulo, pues con frecuencia las directivas no asignan el tiempo pertinente a esta gestión. Otro factor a tener en cuenta es que, debido a su novedad y a la poca experiencia de los docentes en procesos similares, no se cuenta con los conocimientos ni las herramientas metodológicas necesarias para liderar programas ambientales que requieren de conocimientos específicos, por lo que los autores revelan algunas falencias que presenta el PRAE del Instituto Universitario de Caldas. Estas falencias se presentan, a su vez, en numerosos PRAE de diferentes instituciones. Por tanto, se pone en evidencia la pérdida del sentido en el PRAE y su relevancia como gestor ambiental queda en la superficialidad al ser un requisito por cumplir definido por el Decreto 1743 de agosto de 1994.

De la misma manera, en el texto de Flórez (2012), se señala que el PRAE, como elemento constitutivo del proyecto educativo institucional, permea todo el accionar de la escuela y brinda herramientas para la reflexión permanente y participativa de cada uno de los elementos que compone el sistema educativo. En este sentido, la educación ambiental invita a la generación de procesos educativos conducentes a la adquisición de un pensamiento crítico y complejo, a transformar la institución educativa en un ente activo del mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades, para administrar sus recursos bajo principios de equidad y sostenibilidad ambiental y propiciar la participación de los actores sociales en las propuestas que como centro educativo emprende. Así, la educación ambiental configura un escenario para discutir sobre los principios educativos, debido a que esta ya no es vista como un objetivo, sino como un medio para lograr cambios en los comportamientos y en los estilos de vida y responder a las demandas de los diferentes sectores de la sociedad.

En relación con los antecedentes en el ámbito nacional, se cuenta con el proyecto de grado de maestría (Leyton y Ruiz, 2018), en el que se realiza una

propuesta del PRAE en la Institución Educativa Agropecuaria del Huila en 4 fases, encaminadas a la sensibilización ambiental y a las estrategias de reciclaje, empleando las 3 R (reducir, reciclar y reutilizar) para minimizar el uso de materiales, su reutilización o fabricación de nuevos productos con los residuos generados en la institución, todo ello encaminado a generar una cultura ambiental en los estudiantes.

También es relevante la tesis de maestría: *La gestión académica en la apropiación del prae como proyecto transversal en la institución educativa Marco Antonio Carreño Silva, sede A, jornada mañana*, desarrollada en un establecimiento educativo ubicado en la localidad 16 de Bogotá, Puente Aranda, en la que Neira (2016) planteó 3 líneas de trabajo: clubes ambientales, interdisciplinariedad y semilleros de investigación, con el propósito de incentivar a los estudiantes a conocer y aplicar los valores ambientales.

Otro artículo, “Los proyectos ambientales y su incidencia en el enriquecimiento educativo de las instituciones educativas de la jurisdicción de Corantioquia” (Bedoya *et al.*, 2016), tuvo como finalidad identificar la incidencia de los proyectos ambientales escolares en el enriquecimiento de la educación en las instituciones educativas de CORANTIOQUIA.

En el trabajo de grado de Maestría en Educación (Lizarazo, 2017), desarrollado en el colegio Usminia, ubicado en la localidad 5, en el sur de Bogotá, Usme, se generó una propuesta con la comunidad para armonizar el proyecto ambiental escolar y el Plan Integral de Educación para la Ciudadanía y la Convivencia, para fortalecer la participación de los estudiantes de básica secundaria en el desarrollo de los ejes ambientales transversales prioritarios para la ciudad y vincular los momentos del ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar) y la técnica de grupos de discusión, lo que promueve un nuevo escenario pedagógico de interacción y construcción de saberes entre los estudiantes.

Finalmente, en el trabajo de grado de Maestría en Educación (Daza, 2017), desarrollado en una institución educativa oficial del municipio de Sopó, Cundinamarca, se identificó la necesidad de formación estudiantil a causa de la crisis ambiental que atraviesa la sociedad como producto de un desequilibrio entre las relaciones sociales, económicas, culturales y el medio natural, por lo que se realizaron fichas de análisis a los documentos institucionales y la aplicación de una encuesta sobre las prácticas de educación ambiental y ciudadana a los docentes de la institución educativa para el diseño de un plan curricular interdisciplinar,

orientado hacia la formación ambiental y ciudadana de manera articulada, cuyo eje estructural se fundamentó en el área técnica agropecuaria, el PRAE y el proyecto de democracia.

### Metodología

La investigación se abordó desde un enfoque cualitativo con el método de investigación-acción, ya que este permite al investigador hacer una observación mucho más detallada de la problemática abordada y su proceso. Adicionalmente, se tuvo en cuenta las concepciones y percepciones de los estudiantes en relación con la educación ambiental, las problemáticas ambientales, el proyecto ambiental escolar y el manejo que se le da a los residuos sólidos al interior de la institución. Así, después de una revisión de algunas definiciones relevantes del término *investigación-acción* de diferentes autores e investigadores del tema (Quintana *et al.*, 2018), se establecieron como principales características las siguientes:

- Se construye desde y para la práctica.
- Pretende mejorar y comprender la práctica a través de su transformación.
- Demanda la participación de los sujetos en la mejora de sus propias prácticas.
- Exige una actuación grupal por la que los sujetos implicados colaboran coordinadamente en todas las fases del proceso de investigación.
- Implica la realización de análisis crítico de las situaciones.
- Se configura como una espiral de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión.

Según los referentes consultados se determinó que la investigación-acción era el método más apropiado para el presente estudio, debido a que no se buscaba simplemente brindar una solución a la problemática ambiental presentada en la institución educativa, sino que pretendía comprender y mejorar las acciones de los estudiantes mediante la apropiación y sentido de pertenencia por el medioambiente. De igual forma, hace referencia a una investigación

contextualizada con respecto a una problemática presente en la institución educativa y el corregimiento.

Así mismo, la investigación se enmarca dentro de la modalidad de investigación acción cooperativa, ya que, como lo mencionan Berrocal y Expósito (2011), en esta la responsabilidad recae básicamente en los agentes de la práctica en todas las fases de planificación, diseño y evaluación, y es especialmente interesante para desarrollar proyectos de innovación educativa y de investigación acción en el aula. Por esto durante el proceso de investigación se contó con la participación de los sujetos del estudio, se tomó en cuenta su punto de vista en la búsqueda de estrategias para el mejoramiento de la situación problema, mientras se generaba una formación integral. Es importante resaltar que el proyecto aquí desarrollado busca continuidad, al mantener un sistema de gestión integral de residuos sólidos exitoso para posteriormente ir incorporando la solución de otras problemáticas ambientales presentes en la institución. La tabla 1.1 muestra las fases de la investigación.

Tabla 1.1. Fases de la investigación

Fase documental	Fase diagnóstica	Fase de intervención	Fase de análisis de resultados
Una vez identificada la problemática se realizó la búsqueda de antecedentes de investigaciones relacionadas en el ámbito internacional, nacional y departamental, así como teoría con respecto a las categorías de medioambiente, educación ambiental y residuos sólidos.	Diseño y aplicación de la encuesta inicial a la población participante conformada por un grupo de 43 estudiantes de los grados décimo y undécimo y a la totalidad de docentes de básica secundaria y media conformada por 12 docentes y 1 directivo docente.	Se diseñó el documento del PRAE institucional, siguiendo los lineamientos de la guía metodológica propuesta por el Ministerio de Educación y Medio Ambiente, para posteriormente poner en marcha el plan de actividades.	Se evaluaron los resultados mediante la aplicación de la misma encuesta inicial a los estudiantes y docentes participantes con el fin de identificar la variación de los resultados obtenidos frente a las categorías de la investigación.

Fuente: elaboración propia.

### *Participantes*

El trabajo de investigación se desarrolló en la sede principal-bachillerato del colegio Carlos Julio García, esta contaba con un número de 216 estudiantes,

distribuidos en dos sextos, dos séptimos, dos octavos, un noveno, un décimo y un undécimo, cuyas edades oscilaban entre los 11 y 20 años. Adicionalmente, la sede contaba con 12 docentes, una docente orientadora y dos directivos docentes.

### *Instrumentos*

La primera etapa en la aplicación de los instrumentos de recolección de datos se fundamentó en la realización de un diagnóstico de las prácticas educativas ambientales de la institución, con el fin de identificar las concepciones y actitudes con respecto al tema ambiental. De esta manera, se adaptó el instrumento de investigación del proyecto titulado “Evaluación del proyecto PRAE del Instituto Promoción Social del municipio de Piedecuesta (Santander): punto de partida para la creación del Observatorio de Educación Ambiental: camino posible para despertar conciencia ambiental”, realizado por Mónica Mayerly Porras Abaunza, quien autorizó su uso. El instrumento fue aplicado a la población estudiantil participante, conformada por 43 estudiantes: 22 de grado décimo y 21 de grado undécimo, con un rango de edad entre los 14 y 20 años.

La segunda fase se desarrolló con la participación de 11 docentes de básica secundaria y educación media de la institución educativa, un directivo (rector) y un docente orientador con el fin de identificar las actitudes que manifestaban hacia la educación ambiental, el proyecto ambiental escolar (PRAE) y los residuos sólidos. Lo anterior debido al papel fundamental que desempeñan los docentes como agentes dinamizadores del proceso de desarrollo de la propuesta debido a la interdisciplinariedad necesaria, así como su compromiso frente a metodologías que incorporen la educación ambiental. Para tal fin, se adaptó el instrumento empleado en el proyecto de investigación “El PRAE: una estrategia para la formación ambiental y el fortalecimiento de la identidad territorial en la comunidad de la Institución Educativa La Pintada”. Se contó con el permiso de la autora Marta Darley Ospina. Dicho instrumento tuvo dos procesos de validación, el primero fue hecho por un experto y el segundo de hizo mediante prueba piloto, lo cual garantizó la confiabilidad y pertinencia para la presente investigación.

### *Tratamiento de la información*

Una vez analizada la información de las encuestas se diseñaron las actividades y se realizó una prueba piloto con el grupo de 43 estudiantes para identificar la eficacia de las actividades propuestas para ser incluidas en la propuesta del PRAE, lo que permitió abordar la problemática ambiental presente en la institución educativa y, además, contó con la aprobación de los directivos para su posterior aplicación.

Aun cuando el proyecto estuvo enfocado en el manejo de los residuos sólidos, con el fin de conocer de manera general la percepción de los estudiantes y docentes respecto al asunto ambiental, se establecieron unas categorías iniciales que fueron observadas a lo largo de todo el proceso, para finalmente realizar el diseño apropiado de la propuesta del PRAE para la institución educativa en la que se llevó a cabo el proyecto de investigación, lo que permitió a su vez la resolución de la problemática ambiental presentada.

Las categorías para el análisis correspondieron a

- Medioambiente
- Proyecto ambiental escolar (PRAE)
- Educación ambiental
- Residuos sólidos

Estas categorías permitieron identificar las problemáticas ambientales mediante el uso del diagnóstico ambiental, lo cual posibilitó el planteamiento de soluciones y proyecciones que aportaron de manera significativa al mejoramiento del ambiente natural de la institución y del corregimiento. Esto generó cambios actitudinales en los estudiantes en relación con el aumento del sentido de pertenencia por la naturaleza, fortalecido con el desarrollo de procesos formativos ambientales.

### *Análisis de resultados*

Para la propuesta de diseño del PRAE fue necesario no solo la realización de un diagnóstico que mostró los conocimientos de los estudiantes de básica

secundaria y educación media con respecto al manejo de los residuos sólidos, sino también el diseño de un plan de actividades que permitió abordar la problemática ambiental, para finalmente realizar una prueba piloto con las actividades propuestas en el PRAE, con el fin de identificar su pertinencia de acuerdo con los cambios presentados al interior de la institución con respecto a la relación de los estudiantes y el medioambiente.

### *Encuesta a estudiantes*

El objetivo de la encuesta fue indagar en la comunidad estudiantil sobre sus conocimientos del medioambiente, el proyecto ambiental escolar, los residuos sólidos y sus prácticas ambientales, cumpliendo de esta manera con el primer objetivo específico de la presente investigación. Este instrumento estaba compuesto de dos partes: la primera constaba de 9 preguntas abiertas y la segunda hacía referencia a un cuestionario de actitudes tipo Likert, en el que se especificaba el nivel de acuerdo o desacuerdo con respecto a 12 enunciados planteados. A continuación, se presenta el análisis de la encuesta, para lo cual fue necesario realizar la clasificación por categorías. La tabla 1.2 muestra la categoría medioambiente, cuyo porcentaje es del 100 % para cada uno de los ítems.

Tabla 1.2. Cuestionario diagnóstico de la categoría medioambiente: ítems 1, 2, 3, 4 y 6

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Concepción de medioambiente	72,20 %	Es todo aquello relacionado con la naturaleza y la biodiversidad que rodea al ser humano.	Espacio físico natural
	23,20 %	Relacionado con problemáticas ambientales, así como el grado de responsabilidad de los seres humanos en la realización de acciones concretas para el cuidado y protección del medioambiente.	Agentes antrópicos
	4,60 %	Relacionado con la importancia del medioambiente para la vida como proveedor de aire, recursos naturales, alimentos, entre otros.	Suplemento de necesidades

(Continúa)

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Concepción de prácticas ambientales	62,80 %	Todas aquellas actividades o proyectos realizados para la protección y conservación del medioambiente, por ejemplo, el manejo y uso eficiente del agua, la protección de los animales, siembra de árboles y la separación adecuada de los residuos sólidos.	Actividades favorables para el ambiente
	13,96 %	Asociado a la recolección de residuos sólidos específicamente con el reto basura <i>challenge</i> realizado durante el año escolar y dirigido por la docente investigadora.	Jornada de limpieza en el corregimiento
	13,95 %	Prácticas que generan un impacto negativo al medioambiente, tales como la contaminación, la deforestación, la quema de basuras y el daño a la capa de ozono.	Actividades desfavorables para el ambiente
	6,97 %	Actividades que se llevan a cabo para conocer más sobre la naturaleza, tales como cursos o mesas redondas en las que se traten temas relacionados.	Formación ambiental
	2,32 %	No tiene conocimiento sobre el tema.	Desconocimiento
Problemáticas ambientales identificadas en el colegio	41,85 %	Contaminación causada por la disposición inadecuada de residuos sólidos y la ausencia de contenedores para su recolección.	Falta de clasificación en la fuente de residuos
	27,90 %	Falta de cultura ambiental.	Relación con el medio ambiente
	20,91 %	Quema de basura, desperdicio de agua y deterioro de las zonas verdes.	Agentes antrópicos
	4,70 %	Falta de cuidado de animales y plantas.	Sentido de pertenencia
	2,32 %	Falta de arborización.	Ausencia de árboles
	2,32 %	No identifica ninguna problemática ambiental al interior de la institución.	Ausencia de problemáticas
Campañas relacionadas con el medioambiente	25,58 %	Separación en la fuente de algunos residuos generados al interior de los salones y distribuidos en diferentes contenedores habilitados por dirección de la docente investigadora.	Clasificación en la fuente de residuos sólidos
	20,93 %	Reto basura <i>challenge</i> realizado durante el año escolar con el acompañamiento de la docente investigadora.	Jornada de limpieza en el corregimiento

(Continúa)

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Aporte de los estudiantes para mejorar las prácticas ambientales en el colegio	34,89 %	Jornadas de reforestación, limpieza al interior de la institución y protección de los animales.	Actividades favorables para el ambiente
	16,28 %	No ha visto o escuchado algo sobre el cuidado del medioambiente al interior de la institución.	Ausencia de campañas
	2,32 %	Elaboración de carteleras con mensajes alusivos al cuidado del medioambiente.	Formación ambiental
	58,13 %	Disposición adecuada de los residuos en las canecas dispuestas para su separación y el mantenimiento de las instalaciones del colegio limpias.	Clasificación en la fuente de residuos sólidos
	18,60 %	Dar ejemplo e incentivar a sus compañeros a proteger y preservar el medioambiente.	Ejemplo y motivación
	23,27 %	Siembra de plantas, cuidado de animales y jornadas de limpieza realizadas al interior de la institución.	Actividades pro ambientales

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el análisis de esta categoría se interpretó que algunos de los estudiantes encontraron similitudes desde la conceptualización y comprensión de la primera y segunda pregunta referente a la concepción del medioambiente y a las prácticas ambientales, principalmente con la realización de acciones concretas para el cuidado de la naturaleza con respecto al ahorro del agua, la protección de los animales, el manejo adecuado de los residuos sólidos y el cuidado de la capa de ozono. En cuanto a la identificación de problemáticas ambientales, los resultados mostraron que el manejo inadecuado de los residuos sólidos y sus múltiples impactos negativos al entorno estudiantil eran las respuestas más comunes por los estudiantes encuestados, así mismo con referencia a la realización de campañas ambientales por parte de los estudiantes, se mencionaron unas cuantas actividades sueltas realizadas durante el año escolar a cargo de la docente investigadora, pero que requerían de una mayor articulación, eje fundamental del presente estudio. La tabla 1.3 muestra la categoría proyecto ambiental escolar (PRAE).

Tabla 1.3. Cuestionario diagnóstico de la categoría proyecto ambiental escolar: ítem 5

Categoría	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Conocimiento sobre el PRAE	69,8 %	No tiene conocimiento sobre el tema.	Desconocimiento
	18,6 %	Acciones realizadas para el cuidado del medioambiente, como la realización de jornadas de aseo, entre otras.	Actividades favorables para el ambiente
	7,0 %	Es un proyecto que busca mejorar las condiciones ambientales de la institución.	Proyecto pro ambiental
	4,6 %	Relacionado con dar a conocer a los estudiantes sobre el medioambiente.	Formación ambiental

Fuente: elaboración propia.

Esta categoría fue una de las más desconocidas por los estudiantes encuestados de los grados décimo y undécimo, ya que en su mayoría no habían tenido un acercamiento previo con el PRAE. La tabla 1.4 muestra la categoría residuos sólidos.

Tabla 1.4. Cuestionario diagnóstico de la categoría residuos sólidos: ítems 7, 8 y 9

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Conocimiento sobre residuos sólidos	32,60 %	Relacionado a su composición para efectos de manejo: papel, cartón, plástico, metal, vidrio, entre otros.	Tipologías de residuos
	20,90 %	Es todo aquel material que no se puede descomponer fácilmente.	No biodegradable
	14,00 %	No tiene conocimiento sobre el tema.	Desconocimiento
	11,60 %	Son aquellos que se pueden reciclar o reutilizar.	Reciclables o reutilizables
	7,00 %	Son componentes presentes en la vida cotidiana, por ejemplo, algunos elementos presentes en el aula de clase como los pupitres y el tablero.	Elementos cotidianos
	7,00 %	Residuos que no son líquidos ni gases.	Estado de agregación
	4,70 %	Aquellos que pueden descomponerse.	Biodegradables
	2,20 %	Son productos que ya fueron utilizados o su empaque.	Tiempo de vida útil

(Continúa)

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Conocimiento sobre residuos orgánicos	74,41 %	Son aquellos que pueden descomponerse y convertirse en abono para las plantas.	Biodegradables
	13,96 %	Son los residuos que se pueden reciclar o reutilizar.	Reciclables o reutilizables
	6,97 %	No tiene conocimiento sobre el tema.	Desconocimiento
	4,66 %	Son los residuos más contaminantes para el medioambiente.	Efectos negativos al ambiente
Conocimiento sobre residuos inorgánicos	30,23 %	Son aquellos que no se pueden usar como abono y no le sirven al medioambiente.	No biodegradable
	23,25 %	Son aquellos cuya descomposición tarda mucho tiempo o finalmente no logran descomponerse causando daño al medioambiente.	Efectos negativos al ambiente
	13,95 %	No tiene conocimiento sobre el tema.	Desconocimiento
	11,62 %	Relacionado a su composición para efectos de manejo: cartón, plástico, metal, vidrio, poliestireno expandido, entre otros.	Tipologías de residuos
	11,62 %	Son aquellos que no pueden ser usados para ningún beneficio.	Inservibles
	4,65 %	Son los minerales.	Minerales
	4,65 %	Son los materiales que se pueden reciclar.	Reciclables

Fuente: elaboración propia.

De esta manera se identificó que, con respecto a esta categoría, en su mayoría, los estudiantes conocían los conceptos o los asociaban con elementos relacionados según sus preconcepciones; sin embargo, la falencia se comprobaba en la práctica a la hora de clasificar los residuos sólidos en la fuente de la manera correcta.

### *Cuestionario de actitudes tipo Likert*

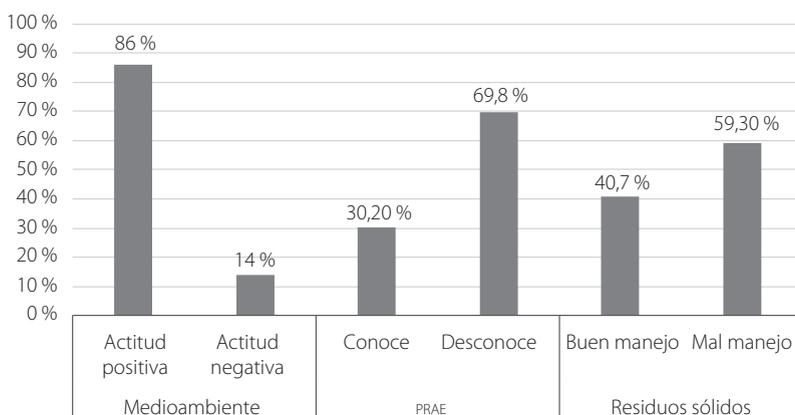
El cuestionario de actitudes tipo Likert tenía como objetivo identificar las actitudes de los estudiantes con respecto al medioambiente, los residuos sólidos y las prácticas ambientales. En cuanto a los resultados obtenidos por los estudiantes de los grados décimo y undécimo, se identificó que la mayoría de ellos,

representados con un 93 %, consideraba la contaminación ambiental como algo negativo al planeta, así mismo mostraron en su mayoría un gran compromiso por la conservación del medioambiente y el cuidado del agua. Sin embargo, con respecto al cuidado de las zonas verdes de la institución, un número considerable de estudiantes se mostró indiferente o en desacuerdo, así como cuando se mencionó la imposición de multas o sanciones por no cuidar el medioambiente o el renunciar a ciertas comodidades para el mismo fin, un número considerable se mostró indiferente, en desacuerdo o muy en desacuerdo.

Por otra parte, el 53,5 % de los estudiantes demostraba que el manejo dado a los residuos sólidos dentro de la institución no era el adecuado o se mostraba indiferente ante esta situación. Así mismo con respecto a su aporte individual, el 65,2 % de los estudiantes encuestados manifestó estar indiferente, en desacuerdo o muy en desacuerdo con realizar una clasificación adecuada de residuos sólidos al interior de la institución, lo que se reflejaba, a su vez, en el planteamiento del problema de la presente investigación, así como en las condiciones ambientales de la institución educativa.

La figura 1.1 presenta los resultados de la encuesta agrupados en las categorías respectivas, demostrando que a pesar de que el 86 % de los estudiantes encuestados mostraban actitud positiva frente al cuidado del medioambiente, el 69,8 % desconocía los aspectos relacionados con el PRAE, así mismo el 59,3 % realizaba un manejo inadecuado de los residuos sólidos dentro de la institución educativa.

Figura 1.1. Resultados encuesta a estudiantes por categorías - pretest



Fuente: elaboración propia.

El postest fue desarrollado con las mismas preguntas del cuestionario inicial con el propósito de identificar las concepciones de los estudiantes después de las actividades, de manera que se identificara su pertinencia para ser incluidas en la propuesta de diseño del PRAE. A continuación, se presentan los resultados obtenidos con respecto a las categorías analizadas en la presente investigación. La tabla 1.5 muestra la categoría medioambiente y la tabla 1.6 muestra la categoría proyecto ambiental escolar (PRAE).

Tabla 1.5. **Categoría medioambiente: ítems 1, 2, 3, 4 y 6**

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Concepción de medioambiente	51,2%	Es el espacio alrededor de nosotros, el cual está lleno de vida y es el hogar de muchas especies incluyendo nosotros mismos.	Espacio físico natural
	34,9%	Es un entorno natural habitado por seres vivos y no vivos que interactúan naturalmente.	Ecosistema
	9,3%	Relacionado con la importancia del medioambiente para la vida como proveedor de oxígeno, recursos naturales, alimentos, entre otros.	Suplemento de necesidades
	4,6%	Relacionado con el grado de responsabilidad de los seres humanos en el cuidado y preservación del medioambiente.	Agentes antrópicos
Concepción de prácticas ambientales	95,3%	Son todas aquellas acciones realizadas para cuidar, proteger y conservar el medioambiente, así como solucionar o reducir el daño causado a la naturaleza.	Actividades favorables para el ambiente
	4,7%	Son las prácticas de interacción y aprendizaje con el medioambiente.	Formación ambiental
Problemáticas ambientales identificadas en el colegio	46,5%	Manejo inadecuado de los residuos sólidos.	Residuos sólidos
	11,6%	Consumo desmedido de materiales contaminantes como el plástico o el poliestireno expandido.	Consumismo
	32,6%	Desperdicio de agua.	Uso ineficiente del agua
	7,0%	Falta de compromiso en el cuidado de plantas y animales.	Sentido de pertenencia
	2,3%	No identifica ninguna problemática ambiental al interior de la institución.	Ausencia de problemáticas

(Continúa)

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Campanías relacionadas con el medioambiente	97,7 %	Actividades relacionadas con el PRAE con respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos, tales como la recolección selectiva de residuos al interior de los salones, en áreas comunes de la institución y el corregimiento, jornadas de limpieza al interior y fuera de la institución y las actividades relacionadas con la adecuación de los puntos ecológicos.	PRAE institucional
	2,3 %	Socialización y sensibilización ambiental brindada a la comunidad educativa por medio de charlas.	Formación ambiental
Aporte de los estudiantes para mejorar las prácticas ambientales en el colegio	93 %	Disposición adecuada de los residuos sólidos en las canecas correspondientes según sus características, adecuación de los puntos ecológicos, mantenimiento de las instalaciones del colegio limpias y en buen estado mediante jornadas de limpieza, incentivar a los demás estudiantes a realizar la correcta separación de residuos sólidos y la participación directa en el proyecto, al ser parte de la recolección selectiva de los residuos generados al interior de los grados inferiores y en el corregimiento para finalmente venderlos al gestor externo.	Participación en el PRAE institucional
	4,7 %	Acciones como el cuidado de la fauna y la flora, contribuyendo así a mejorar la calidad del entorno.	Actividades favorables para el ambiente
	2,3 %	No consumir especies endémicas como el chigüiro, tortugas, entre otras especies comunes en la dieta alimenticia de la zona.	Hábitos alimentarios responsables

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1.6. Cuestionario de la categoría proyecto ambiental escolar: ítem 5

Categoría	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Conocimiento sobre el PRAE	44,2%	Son las actividades realizadas por la comunidad educativa para cuidar, proteger y conservar la naturaleza.	Actividades favorables para el ambiente
	20,9%	Son proyectos que buscan solucionar los problemas ambientales.	Proyecto pro ambiental
	20,9%	Relacionado específicamente con el PRAE de la institución al indicar que es un proyecto diseñado con el fin de mejorar el manejo de los residuos sólidos.	PRAE institucional
	9,3%	No tiene conocimiento o no recuerda los aspectos relacionados con el PRAE.	Desconocimiento
	4,7%	Es una estrategia de enseñanza sobre el cuidado del medioambiente y la comprensión de los problemas ambientales.	Formación ambiental

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos antes y después del desarrollo del proyecto mostraron un aumento en el conocimiento del PRAE, pasando de un 30,2% a un 90,7%. La tabla 1.7 muestra la categoría residuos sólidos.

Tabla 1.7. Categoría residuos sólidos: ítems 7, 8 y 9

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Conocimiento sobre residuos sólidos	37,2%	Son los desechos que pueden ser reutilizados o reciclados.	Reutilizables o reciclables
	39,6%	Son los materiales desechados, los envases o paquetes de productos usados en las actividades diarias.	Tiempo de vida útil
	18,6%	Son aquellos objetos de difícil descomposición que causan daño al planeta tierra.	No biodegradable
	2,3%	Son materiales que pueden ser utilizados para crear abono.	Biodegradable
	2,3%	No tiene conocimiento sobre el tema.	Desconocimiento

(Continúa)

Ítem	Porcentaje	Respuesta	Descriptor de la categoría
Conocimiento sobre residuos orgánicos	100 %	Son desechos que se descomponen y posteriormente se convierten en abono que sirve para las plantas, provenientes de la vegetación y de alimentos como frutas y verduras.	Residuos biodegradables
	88,35 %	Son residuos que no se descomponen fácilmente y contaminan el medioambiente.	No biodegradable
Conocimiento sobre residuos inorgánicos	4,66 %	Son los desechos tóxicos que se arrojan a la naturaleza.	Efectos negativos al ambiente
	4,66 %	Mencionaron algunas de sus características físicas como una forma de aproximarse a su definición.	Características físicas
	2,33 %	Residuos que no se pueden reciclar.	No reciclables

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los resultados obtenidos en el cuestionario tipo Likert desarrollado por los estudiantes, se identificaron mejoras en cuanto al sentido de pertenencia y el cuidado del medioambiente. Así, con respecto al mantenimiento de las zonas verdes del colegio en buen estado, el 27,9% de los estudiantes que se mostraban indiferentes o en desacuerdo antes de la intervención pasaron a estar de acuerdo o muy de acuerdo.

En cuanto a si los estudiantes consideraban que es su obligación ayudar a la conservación del medioambiente, el 14%, que se mostraba indiferente o en desacuerdo en el pretest, pasó a encontrarse muy de acuerdo o de acuerdo ante la afirmación.

A cerca de la responsabilidad por no cuidar la naturaleza mediante la imposición de multas o el ir a la cárcel, el 44,2% de los estudiantes señalaba estar indiferente, en desacuerdo o muy en desacuerdo, sin embargo, el postest mostró que el porcentaje en esta afirmación disminuyó pasando al 13,9%, que continuó marcando la opción indiferente o en desacuerdo.

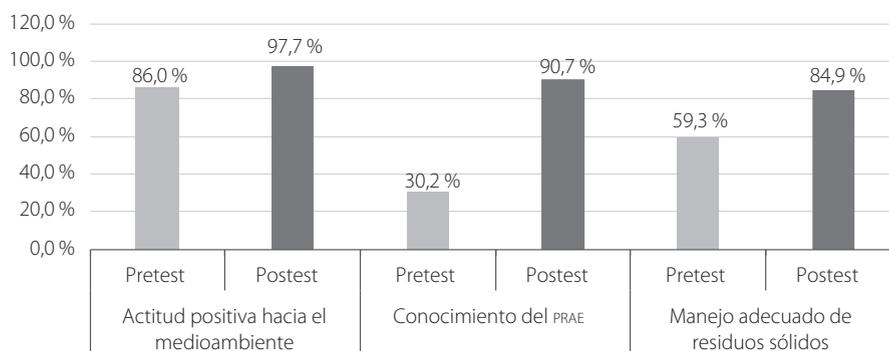
De igual manera, con respecto a la afirmación que indicaba que el Gobierno debe establecer normas o campañas para el cuidado del medioambiente, así como tomar medidas más fuertes contra las personas que no lo cuidan, una vez desarrolladas las actividades del PRAE, todos los estudiantes encuestados se ubicaron en las opciones muy de acuerdo y de acuerdo.

En relación con el conocimiento de los estudiantes con respecto a las acciones para mejorar el medioambiente, el 4,6 % se mostraba indiferente o en desacuerdo, pasando en su totalidad a estar muy de acuerdo o de acuerdo en el postest. También, con respecto al hecho de renunciar a ciertas comodidades para ayudar al medioambiente, el 32,6 % de los estudiantes encuestados señaló la opción indiferente o en desacuerdo, reduciéndose al 2,3 % los que se mantuvieron en desacuerdo en el postest, el porcentaje faltante expuso estar muy de acuerdo o de acuerdo.

La comparación de los resultados de la encuesta en relación con la categoría medioambiente antes y después del desarrollo del proyecto pasó de un 86 % de actitud positiva a un 97,7 %.

Con respecto a la categoría de residuos sólidos en la que el 53,4% de los estudiantes encuestados manifestaba estar indiferente, en desacuerdo o muy en desacuerdo ante la afirmación referente a considerar que el manejo dado a los residuos sólidos dentro de la institución es el adecuado, disminuyó en el postest, en el cual el 21 % señaló estas mismas opciones. Así mismo, en cuanto al enunciado de si realiza una adecuada clasificación de los residuos sólidos, el pretest mostraba el 65,1% de estudiantes en las opciones indiferente, en desacuerdo y muy en desacuerdo, lo cual, en relación con el postest, el 9,3% de los estudiantes marcó las opciones indiferentes y en desacuerdo. La variación de los resultados antes y después del desarrollo del proyecto con respecto a esta categoría pasó del 59,3% al 84,9% de manejo adecuado de residuos sólidos. La figura 1.2 presenta la comparación de los resultados obtenidos en el pretest y el postest agrupados en las categorías respectivas.

Figura 1.2. Resultados encuesta a estudiantes por categorías-comparación pretest y postest



Fuente: elaboración propia.

### *Encuesta a docentes*

El cuestionario de actitudes tipo Likert fue aplicado a los docentes, el directivo y la docente orientadora de la institución, con el fin de conocer las actitudes que manifestaban con respecto a 16 enunciados que hacían alusión a 3 de las 4 categorías de la investigación: la educación ambiental, el proyecto ambiental escolar (PRAE) y los residuos sólidos, las cuales permitieron, a su vez, el análisis respectivo y dar cumplimiento al segundo objetivo específico de la presente investigación. A continuación, se presentan los resultados obtenidos relacionados con el número de encuestados que marcaron cada una de las casillas de acuerdo con el pretest.

#### *Categoría educación ambiental: ítems 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 y 12*

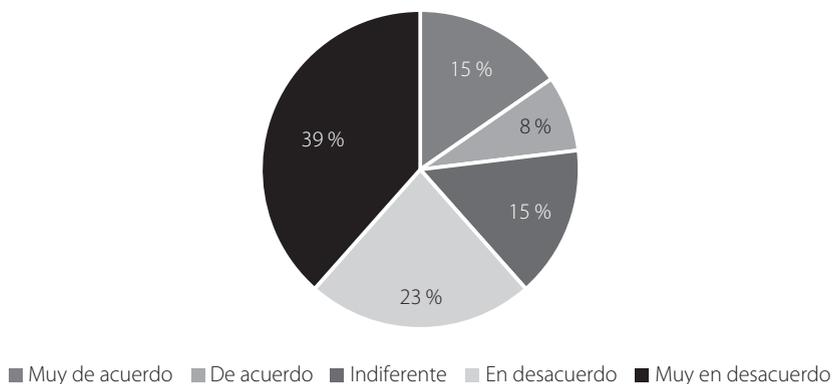
Con respecto a esta categoría, la totalidad de los docentes coinciden en estar de acuerdo con la importancia de la formación en asuntos ambientales a los estudiantes, de los cuales, la mayoría indicó que es responsabilidad de todos los docentes independientemente de su área de enseñanza; así mismo, la mayoría consideró importante la formación docente con respecto a temas ambientales. Sin embargo, un número representativo indicó que no es posible disminuir la contaminación desde su área de enseñanza y que es compromiso de la institución hacerlo, por lo que es indispensable contar con el apoyo de instituciones externas expertas en asuntos ambientales.

Por otra parte, la mayoría de los docentes encuestados consideró que la educación ambiental no debe reducirse a un proyecto o una cátedra, así mismo indicaron que es deber del docente asumir un rol activo dentro de la institución para resolver problemas ambientales, aspecto importante a la hora de diseñar e implementar el PRAE de la institución educativa.

#### *Categoría proyecto ambiental escolar (PRAE): ítems 9, 13 y 14*

En relación con la intención de formar ciudadanos responsables con el medioambiente reflejada en el proyecto educativo institucional (PEI) del colegio Carlos Julio García, la mayoría de docentes encuestados indicaron estar en desacuerdo o indiferentes a esta situación; además, una vez realizada la revisión de los documentos institucionales, se identificó que el medioambiente solo es

Figura 1.3. Respuestas existencia del PRAE en la institución - docentes - pretest



Fuente: elaboración propia.

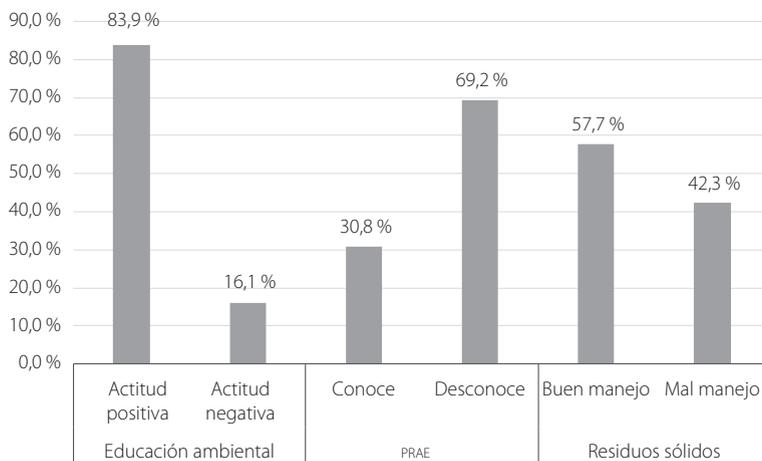
mencionado, pero no se mostraban estrategias, procedimientos o acciones encaminadas a salvaguardarlo y protegerlo.

Con respecto a la existencia de un PRAE acorde a la institución educativa, la mayoría de docentes encuestados coincidió en estar en desacuerdo como lo muestra la figura 1.3, lo cual es muy acorde debido a que el colegio no contaba con este documento. Sin embargo, la mayoría de docentes coincidió en que la institución educativa debe aportar a soluciones ambientales del entorno. Campuzano, Pedraza y Vahos (2012), en el documento: “Guía de diseño e implementación de proyectos ambientales escolares PRAE desde la cultura del agua”, indican que el PRAE es el proyecto que incorpora la problemática ambiental local al quehacer de las instituciones educativas, teniendo en cuenta la dinámica natural y sociocultural del contexto, brindando de esta manera soluciones efectivas a dichas problemáticas en beneficio de la comunidad académica y el medioambiente.

### *Categoría residuos sólidos: ítems 15 y 16*

En relación con el manejo que se da a los residuos sólidos dentro de la institución, la mayoría de los docentes indicaron que no es el adecuado, tal como se puso en evidencia a lo largo del desarrollo del trabajo investigativo, sin embargo, la mayoría indicó que conocen la manera apropiada de realizar la clasificación de residuos sólidos según sus características, aspecto favorable a la hora del proceso educativo y de concientización ambiental con los estudiantes de la institución.

Figura 1.4. Resultados encuesta a docentes por categorías - pretest



Fuente: elaboración propia.

La figura 1.4 presenta los resultados de la encuesta agrupados en las categorías respectivas. Se tiene que el 83,9% de los docentes encuestados mostraron una actitud positiva frente a los procesos de educación ambiental y el 57,7% conocía la manera apropiada de la separación en la fuente de los residuos sólidos generados; sin embargo, el 69,2% desconocía los aspectos relacionados con el PRAE o indicaba que la institución educativa no contaba con dicho documento.

El postest fue desarrollado con las mismas preguntas del cuestionario inicial, pero de manera virtual, con el fin de identificar las variaciones antes y después del diseño y socialización del PRAE. A continuación, se presentan los resultados obtenidos con respecto al número de encuestados que marcaron cada una de las casillas.

#### *Categoría educación ambiental: ítems 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11 y 12*

En relación con esta categoría, se encontraron cambios positivos en comparación con las respuestas obtenidas inicialmente, debido a que la totalidad de los encuestados consideraron que es deber de todos los docentes participar en la formación ambiental de los estudiantes, de igual manera, la totalidad de ellos consideró necesaria la formación de los docentes en temáticas ambientales, así como la importancia de ser un agente dinamizador de procesos de educación ambiental institucionales y municipales.

De acuerdo con la afirmación de reducir la educación ambiental a un proyecto ambiental o una cátedra, aún el 15,3% de los encuestados indicó estar de acuerdo, sin embargo, el 84,6% mencionó estar en desacuerdo y muy en desacuerdo, lo que mejoró los resultados en comparación a la prueba inicial.

Con respecto a la afirmación en la que el docente de ciencias naturales es el único responsable de la educación ambiental, todavía el 15,4% de los encuestados manifestó estar de acuerdo, sin embargo, el 84,6% indicó estar en desacuerdo y muy en desacuerdo, mejorando los resultados ya obtenidos.

Acercas de la responsabilidad en la reducción de la contaminación, aún el 23,1% de los docentes encuestados indicó estar muy de acuerdo o de acuerdo, con respecto a no poder reducir la contaminación desde su área de enseñanza, sin embargo, el 76,9% manifestó estar en desacuerdo y muy en desacuerdo, mostrando mejoras con respecto a los resultados anteriores.

#### *Categoría proyecto ambiental escolar (PRAE): ítems 9, 13 y 14*

De acuerdo con la intención de formar ciudadanos responsables con el medioambiente reflejada en el proyecto educativo institucional del colegio Carlos Julio García, la totalidad de los docentes encuestados indicaron estar de acuerdo o muy de acuerdo, esto debido a la vinculación del PRAE con el PEI y a la articulación con el Programa Técnico en Producción Agropecuaria del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la cual se dio durante el periodo de la investigación y cuya homologa es la investigadora, esto mostró mejoras en las respuestas obtenidas con respecto a la prueba inicial.

Con respecto al enunciado sobre la existencia de un PRAE en la institución educativa, se identificó gran mejoría en las respuestas en relación con la prueba inicial, observándose que el 61,5% de los docentes encuestados manifestó estar muy de acuerdo con que sí se cuenta con dicho documento, 30,8% indicó estar de acuerdo y solo el 7,7% se mostró indiferente. Lo anterior debido a que el PRAE realizado fue socializado a los docentes y enviado a cada uno para su revisión.

Finalmente, en cuanto a si consideraban que la institución debe aportar soluciones a problemáticas ambientales del entorno, el 76,9% de los docentes encuestados manifestó estar muy de acuerdo y el 23,1% se mostró muy de acuerdo ante la afirmación, mejorando así los resultados obtenidos en la prueba inicial.

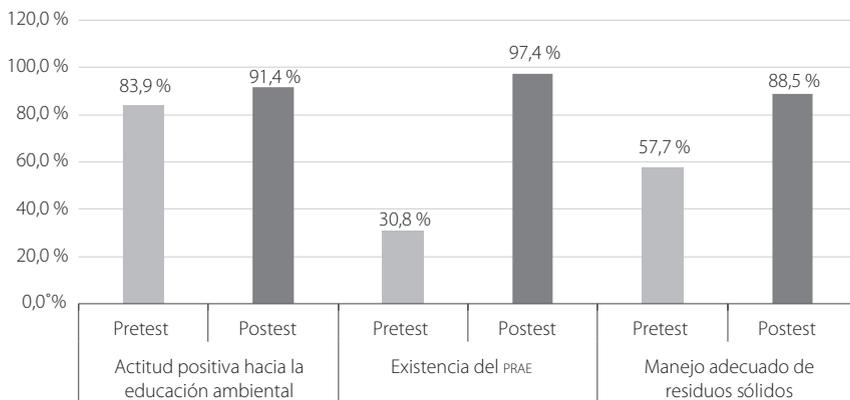
### *Categoría residuos sólidos: ítems 15 y 16*

En relación con el manejo que se da a los residuos sólidos en la institución, el 46,2% manifestó estar de acuerdo y 30,8% muy de acuerdo en que este se realiza de la manera adecuada, sin embargo, todavía el 23,1% indicó estar indiferente, en desacuerdo y muy en desacuerdo con el enunciado. Lo anterior probablemente porque a pesar de que se mejoró la separación en la fuente de los residuos sólidos, la cantidad generada es bastante, sin embargo, gracias a la gestión de recursos ante entes externos por parte de la investigadora y un grupo de estudiantes fue adquirido un punto ecológico que mejorará el almacenamiento de dichos residuos.

Con respecto al conocimiento de la manera apropiada de realizar la separación de residuos sólidos según sus características, la totalidad de los docentes encuestados indicaron estar muy de acuerdo y de acuerdo ante este enunciado, mejorando así los resultados con respecto a la prueba inicial.

La figura 1.5 muestra la comparación de los resultados obtenidos en el pretest y el postest agrupados en las categorías respectivas, demostrando que, con respecto a la categoría de educación ambiental, la actitud positiva de los docentes subió de un 83,9% a un 91,3%. En relación con la categoría de proyecto ambiental escolar, se observó que el grado de conocimiento y el acercamiento con el PRAE diseñado aumentó de un 30,8% a un 97,4%, esto debido a que dicho documento hizo referencia al producto de la investigación y fue socializado con la

**Figura 1.5. Resultados encuesta a docentes por categorías - comparación pretest y postest**



Fuente: elaboración propia.

comunidad educativa. Finalmente, con respecto al grado de conocimiento de los docentes sobre la clasificación en la fuente y el manejo adecuado de los residuos sólidos en la institución educativa aumentó de un 57,7% a un 88,5% de acuerdo con la prueba anterior.

***Propuesta de actividades acordes a las necesidades institucionales a incluir en el PRAE***

Las actividades realizadas y contempladas en el documento propuesto del diseño del PRAE pretenden contribuir al manejo adecuado de los residuos sólidos en la institución educativa y en el corregimiento de Papayal. Dichas actividades fueron las siguientes:

- Desarrollo de la encuesta con respecto a las categorías de la presente investigación por parte de los estudiantes del grado décimo y undécimo, así como los docentes de básica secundaria y educación media de la institución.
- Conformación de dos grupos de trabajo líderes del medioambiente, el primero integrado por los estudiantes de grado undécimo encargados de la gestión de residuos sólidos reciclables al interior de la institución educativa y el segundo conformado por los estudiantes del grado décimo en articulación con el servicio social obligatorio y en convenio con la Policía Nacional subseccional San Rafael, con el Programa de Cívica Juvenil, encargado de la gestión de residuos sólidos reciclables en el corregimiento de Papayal.
- Conformación del comité ambiental en cada uno de los salones de básica secundaria y media de forma voluntaria.
- Sensibilización y adecuación de los puntos ecológicos en cada uno de los salones de clase con la elaboración de los contenedores respectivos para separar los residuos sólidos correspondientes a papel, plástico, tapas y ordinarios.
- Recolección de los residuos reciclables generados al interior de los salones cada semana los días jueves durante la jornada académica por parte del equipo líder de medioambiente de grado undécimo.

- Almacenamiento en el sitio temporal de acopio de la institución adecuado con contenedores de mayor tamaño y manejada por el equipo líder de medioambiente de grado undécimo.
- Campaña de concientización y sensibilización a la comunidad de Papayal sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y recolección de residuos aprovechables cada 8 días, los jueves en jornada de la tarde por parte del grupo de la cívica juvenil.
- Almacenamiento en el sitio temporal de acopio del corregimiento ubicado en la casa de una de las integrantes del grupo de la cívica juvenil.
- Transporte y venta de los residuos sólidos reciclables al gestor externo ubicado en el corregimiento de Papayal.
- Entrega de las tapas recolectadas a la fundación Sanar, quien se encarga del tratamiento de niños con cáncer.
- Jornadas de limpieza y arreglo de zonas verdes en puntos de alta contaminación del plantel educativo.
- Comparsa para la protección del medioambiente por el corregimiento de Papayal.
- Capacitación docente sobre el PRAE por parte de la psicóloga Claudia Carrasquilla de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), en la cual se contó con la asistencia del rector y 8 docentes.

## Discusión

De acuerdo con el análisis de las categorías propuestas en los cambios presentados en los pretest y su comparación con el postest en estudiantes y docentes una vez realizadas las actividades contenidas en el PRAE y terminado el diseño inicial de este, se demostraron mejoras en cada una de las categorías, puesto que se resalta la importancia de la educación ambiental a nivel institucional. Algunos de los aspectos importantes de acuerdo con la categoría medioambiente hacen referencia a que varios de los estudiantes encuentran similitudes desde la conceptualización y comprensión de la primera y segunda pregunta referente a la concepción del medioambiente hasta las prácticas ambientales, principalmente con la realización de acciones concretas para el cuidado de la naturaleza

con respecto al ahorro del agua, la protección de los animales, el manejo adecuado de los residuos sólidos y el cuidado de la capa de ozono. En cuanto a la identificación de problemáticas ambientales, los resultados muestran que el manejo inadecuado de los residuos sólidos y sus múltiples impactos negativos al entorno estudiantil son los más identificados por los estudiantes encuestados. Así mismo con referencia a la realización de campañas ambientales por parte de los estudiantes, se mencionan unas cuantas actividades realizadas durante el año escolar a cargo de la docente investigadora, pero que requieren de una mayor articulación, eje fundamental del presente estudio.

El producto final de la presente investigación consistió en la propuesta del diseño del proyecto ambiental escolar para fortalecer el manejo adecuado de los residuos sólidos en el colegio Carlos Julio García. Cada componente de la propuesta se sustentó en el asiento teórico de este estudio y en los resultados obtenidos a partir de la recolección y el análisis de la información, en los que se identificaron las concepciones y percepciones que los miembros de la comunidad educativa poseen con respecto a las cuatro categorías: medioambiente, educación ambiental, PRAE y residuos sólidos. Así, el análisis de los resultados en los instrumentos permitió identificar características importantes para esbozar dicha propuesta, la cual se fundamenta, a su vez, en los elementos propios del contexto y se socializa inicialmente con el área de ciencias naturales y toma como referente los lineamientos establecidos en la “Guía metodológica para la formulación de proyectos ambientales escolares PRAE” del proyecto “Escuelas protectoras del medioambiente” en coordinación con el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. El PRAE denominado “Sembrando semillas de educación ambiental para el cuidado de la naturaleza y el manejo adecuado de los residuos sólidos” como estrategia en construcción requiere de la revisión y la reflexión constante, por lo cual se presenta una estructura inicial con el fin de orientar los procesos de educación ambiental y que se irá nutriendo y reconstruyendo durante su desarrollo.

### **Conclusiones y recomendaciones**

El diagnóstico realizado a los estudiantes en la primera fase permitió identificar que los estudiantes, en general, tienen nociones claras sobre el medioambiente

y el criterio para identificar las problemáticas ambientales presentes tanto en su institución educativa como en el corregimiento, pero presentan un manejo inadecuado de los residuos sólidos. En cuanto al aporte individual, el diagnóstico aplicado permitió identificar la necesidad de fortalecer el sentido de pertenencia y el grado de compromiso en el cuidado y protección de los recursos naturales. De igual manera, la encuesta permitió reconocer que los estudiantes no habían tenido formación ni acercamiento hacia el proyecto ambiental escolar debido a que la institución no contaba con dicho documento.

El diseño de las actividades y su desarrollo en el curso piloto logró hacerlos partícipes de este proceso de concientización, dado que involucró a los estudiantes en cada una de sus etapas, haciendo énfasis en la importancia de su participación en el presente estudio, lo que mostró variaciones positivas en los resultados obtenidos antes y después de la intervención, por ejemplo, mejoró notablemente con un 11,7% la actitud positiva hacia el medioambiente, un 60,5% en cuanto a conocimiento del PRAE y un 25,6% en el manejo de residuos sólidos.

La encuesta desarrollada por los docentes de básica secundaria y media de la institución educativa en relación con las categorías del presente estudio logró identificar la importancia que tiene para ellos la formación en temas ambientales durante la etapa escolar y demostró que son conscientes de la necesidad de asumir un rol activo dentro de la institución para resolver problemas ambientales independientemente del área de enseñanza; de esta misma manera, permitió ver su percepción sobre el papel que desempeña la institución educativa a la hora de aportar soluciones a los problemas ambientales de su entorno, identificándose un progreso en los resultados obtenidos en la encuesta antes y después del desarrollo del proyecto, el cual fue conocido por toda la comunidad educativa, con un aumento del 7,4% de actitud positiva en cuanto a la educación ambiental, 66,6% en conocimiento y acercamiento con el PRAE diseñado y un 30,8% del grado de conocimiento con respecto a la clasificación en la fuente y el manejo adecuado de los residuos sólidos en la institución educativa. El papel que desempeñan los maestros en el desarrollo del PRAE es fundamental, pues solo por medio de una mirada integral se pudo lograr tal propósito y, en definitiva, son ellos quienes se constituyen como los agentes dinamizadores de dicha propuesta.

El plan de actividades propuesto durante la presente investigación permitió conocer el estado inicial de los conocimientos ambientales de estudiantes

y docentes, de manera que fue posible con esta información elaborar la propuesta del PRAE específico para la institución. Se inició desde una organización y estructuración que permitiera consolidar las bases de las actividades a desarrollar, comprendiendo así cada una de las etapas, incluso la conformación de los dos grupos líderes y los comités ambientales en cada uno de los grados, la asignación de funciones y las responsabilidades dentro del proyecto, hasta el diseño de una ruta de recolección selectiva tanto al interior de la institución como en el corregimiento de Papayal gracias a un convenio con la Policía y el Programa de Cívica Juvenil. En relación con el manejo final de los residuos sólidos, se contactó un gestor externo, quien se encargará de los residuos sólidos recolectados, dándole un manejo adecuado a dicho material reciclable para así impedir que sea incinerado, arrojado al río o que pierda sus características al combinarse con residuos no aprovechables. Lo anterior generó en los estudiantes un sentido de pertenencia y cuidado por su región y el medioambiente.

Finalmente, el documento propuesto del PRAE “Sembrando semillas de educación ambiental para el cuidado de la naturaleza y el manejo adecuado de los residuos sólidos” será la base para el documento definitivo, aunque inicialmente estaba dirigido a la sede principal en bachillerato, la intención es enfocarlo a toda la comunidad educativa del colegio Carlos Julio García, la cual cuenta con 498 estudiantes distribuidos en las 6 sedes de la institución. Así mismo, se espera que a medida que avanza el proyecto, este abarque no solo el tratamiento de los residuos aprovechables reciclables, sino también los residuos orgánicos aprovechables mediante técnicas como el compostaje y la lombricultura, así como el permitir la inclusión de programas articulados de ahorro y uso eficiente del agua y la energía, cuidado de especies de fauna y flora, manejo del ruido, entre otros.

## Referencias

- Acebal, M. C. (2010). *Conciencia ambiental y formación de maestros y maestras* (tesis de doctorado), Universidad de Málaga, Repositorio MetaBiblioteca. <https://bit.ly/3kc6HOC>
- Alcaldía Municipal de Rionegro Santander. (s. f.). *Información general Rionegro bajo*. <http://www.rionegro-santander.gov.co/tema/municipio>

- Berrocal, E. y Expósito, J. (2011). *El proceso de investigación educativa II: investigación-acción*. Facultad de Ciencias de la Educación-Universidad de Granada. <https://bit.ly/3B4N6Xt>
- Bonilla, P. E., Holguín, M. T., Lezaca, J. A., Pupo, A. A., Rodríguez, T. E. y Rodríguez, I. A. (2008). *Guía metodológica para la formulación de proyectos ambientales escolares un reto más allá de la escuela*. Secretaría Distrital de Educación-Jardín Botánico “José Celestino Mutis”. <https://bit.ly/3mqMTtr>
- Campuzano, C. P., Pedraza, M. L. y Vahos, F. A. (2012). *Guía de diseño e implementación de proyectos ambientales escolares PRAE desde la cultura del agua*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://bit.ly/3sIjwnS>
- Cantú-Martínez, P. C. (2014). Educación ambiental y la escuela como espacio educativo para la promoción de la sustentabilidad. *Revista Electrónica Educare*, 18(3), 39-52. <https://doi.org/10.15359/ree.18-3.3>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. <https://bit.ly/3gqtjKd>
- Corredor-Rengifo, G. G., Sepúlveda-Gallego, L. E. y Tobasura- Acuña, I. (2006). *Proyecto ambiental escolar: un intento de sistematización*. Lunazul, Universidad de Caldas. <https://bit.ly/3kfMMOJ>
- Espejel-Rodríguez, A. y Flores-Hernández, A. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior Puebla-Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17(55), 1173-1199. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14024273008>
- Flórez-Restrepo, G. A. (2012). La educación ambiental: una apuesta hacia la integración escuela-comunidad. *Praxis & Saber*, 3(5), 79-101. <https://doi.org/10.19053/22160159.1135>
- Isaac-Márquez, R., Salavarría-García, O. O., Eastmond-Spencer, A., Ayala-Arcipreste, M. E., Arteaga-Aguilar, M. A., Isaac-Márquez, A. P., Sandoval-Valladares, J. L. y Manzanero-Acevedo, L. A. (2011). Cultura ambiental en estudiantes de bachillerato. Estudio de caso de la educación ambiental en el nivel medio superior de Campeche. *REDIE*, 13(2), 83-99. <https://www.redalyc.org/pdf/155/15520598006.pdf>
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental. Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo Veintiuno Editores. <https://bit.ly/3871KRB>
- Ministerio de Educación Nacional. (1994, 5 de agosto). 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.

- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible y Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Política nacional de educación ambiental SINA*. <https://bit.ly/3jcszu8>
- Morato, J. A. e Iglesia, D. (2006). *Sembrar educación ambiental*. Junta de Castilla y León. <https://bit.ly/3j91DLF>
- Novo, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. *Revista de Educación*, 195-217. <https://bit.ly/3mqz4ex>
- Ospina, M. D. (2015). *El PRAE: una estrategia para la formación ambiental y el fortalecimiento de la identidad territorial en la comunidad de la Institución Educativa La Pintada* (tesis de maestría), Universidad de Antioquia, Repositorio Institucional UN. <https://bit.ly/3mu6Orw>
- Porras, M. M. (2017). *Evaluación del Proyecto PRAE del Instituto Promoción Social del Municipio de Piedecuesta (Santander): Punto de partida para la Creación del Observatorio de Educación Ambiental: Camino posible para despertar Conciencia Ambiental* (tesis de maestría), Universidad Santo Tomás, Repositorio Institucional UN. <https://bit.ly/3y4YKje>
- Quintanal, J., García, B., Riesco, M., Fernández, E. y Sánchez, J. C. (2018). *Fundamentos básicos de metodología de investigación educativa*. Ediciones de la U. <https://bit.ly/387nTz7>
- Rengifo, B. A., Quitiaquez, L. y Mora, F. J. (2012). *La educación ambiental una estrategia pedagógica que contribuye a la solución de la problemática ambiental en Colombia*. XII Coloquio Internacional de Geocrítica. <https://bit.ly/3yd263u>
- Romero-Espinosa, M. H. (2015). Educación ambiental hoy: crisis ambiental y de valores sociales. El papel de la educación social. *RESED*, 3, 194-213. <https://bit.ly/3zeOshL>
- Terraza, H. (2009). *Manejo de residuos sólidos. Lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo*. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://bit.ly/2XS8mRZ>
- Torres, M. (1996). *La dimensión ambiental: un reto para la educación de la nueva sociedad*. Ministerio de Educación Nacional. <https://bit.ly/3msEFkO>
- Unesco. (1990). *Educación ambiental: modulo para la formación de profesores de ciencias y de supervisores para escuelas secundarias*. Unesco-PNUMA Programa Internacional de Educación Ambiental. <https://bit.ly/3klUkzo>



## Capítulo 2. Promoción de la educación ambiental con base en un diagnóstico de la calidad del agua del río Sinú\*

Amira Cecilia Padilla Jiménez

Andrés Betín Ruiz

Nataly Galán Freyle

Leonardo Carlos Pacheco Londoño

La promoción de procesos de educación ambiental permite crear conciencia en todos los seres humanos sobre su entorno, haciéndolos más responsables de su uso y mantenimiento si se realiza una adecuada exploración, explotación, utilización y manejo de los recursos naturales. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el impacto del uso de protocolos de evaluación rápida con equipos de medición para el monitoreo fisicoquímico y microbiológico del agua, como herramienta para promover la conciencia ambiental, centrándose en los problemas ecológicos de la cuenca del río Sinú en su recorrido por el municipio de San Pelayo. El proyecto surge de la limitada educación ambiental en los estudiantes de sexto a noveno de la Institución Educativa Santa Teresita del municipio de San Pelayo, Córdoba, puesto que desconocían cómo diferenciar las buenas y malas prácticas ambientales, así como sus consecuencias con respecto al cuidado y protección del agua que es usada en su localidad. Se propusieron actividades para determinar las condiciones de calidad en 6 puntos de muestreo, como áreas de estudio en zonas del recorrido del río Sinú durante el 2018. Las actividades incluyeron talleres de monitoreo ambiental adaptados al nivel de escolarización de los alumnos. Los estudiantes (130) completaron cuestionarios antes y después de las actividades con el fin de comprobar su grado de conocimiento anterior y evaluar la información adquirida después de la participación en las acciones de medición y los análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua. Los resultados han mostrado que la aplicación de protocolos de evaluación rápida proporcionados en los análisis

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.2>

(al usar un novedoso equipo de medición remota de temperatura y pH) ayudó a infundir valores sociales, habilidades, acciones y competencias vinculados a la conservación ambiental del río que abastece sus necesidades vitales. Este estudio demuestra que los estudiantes incrementaron la comprensión y el conocimiento sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que dan indicios de la calidad del agua de esta fuente hídrica al determinar que es media-buena. Se resalta que los estudiantes actúan como vectores influyentes al transmitir al resto de la comunidad educativa el mensaje ambiental del cuidado y protección de la cuenca fluvial del río Sinú.

## Introducción

### *Estrategias de promoción ambiental*

La promoción de procesos de educación ambiental busca dar solución a la problemática ambiental desde diversas perspectivas económicas, políticas, socioculturales y ecológicas al considerar que esta propicie en los alumnos un comportamiento y relaciones adecuadas con el entorno en el que viven y con todos los elementos que lo componen. Por lo anterior, a pesar de los lineamientos, normativas y programas impartidos en la escuela, la educación ambiental no ha logrado formar a satisfacción ciudadanos responsables, con conocimientos, actitudes y valores que respondan como lo requiere la sociedad (Gutiérrez, 2015).

En el entorno de San Pelayo, la fuente hídrica del Sinú es uno de los recursos que se encuentra contaminado. Para garantizar su sostenibilidad, la cual es indispensable para el desarrollo de las especies bióticas, se requiere establecer criterios de calidad que permitan entender y cuantificar las relaciones causa-efecto de los procesos físicos, químicos y biológicos de los cuerpos de agua superficiales conformados por ríos, lagos, pantanos y ciénagas. Por esto, es fundamental que se realice la evaluación cuidadosa del impacto de las actividades humanas en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, la educación ambiental en la escuela debe impartirse hacia toda la comunidad del sector educativo, utilizando diversas estrategias con variados recursos didácticos (Muñoz *et al.*, 2019, p. 149). No obstante, la mayoría de instituciones educativas han enfocado sus proyectos ambientales escolares (PRAE) en la realización de actividades como la recolección de papel, el reciclaje de materiales de residuos sólidos, las campañas de aseo interno y externo de las escuelas y la

ejecución de proyectos transversales, como lo describe Galván (2019), dichas actividades, relacionadas con la promoción de procesos ambientales, no han demostrado que los estudiantes se hagan más conscientes, ya que tampoco se observa la participación de toda la comunidad educativa, sino que se concentra en proyectos institucionales en los que la participación activa se da por parte del docente encargado y el grupo ambiental organizado y dirigido por este. En consecuencia, varios estudios muestran las dificultades y desafíos para implementar programas de educación ambiental en las escuelas relacionadas con la falta de cualificación y habilidades de los docentes para desarrollar actividades afines con esta, de recurso presupuestal importante para el desarrollo de proyectos de educación ambiental en las escuelas, de materiales didácticos concernientes con este tipo de educación, y de comprensión y apoyo de la comunidad escolar para poner en marcha acciones para mejorar la calidad ambiental (Genc, 2015; Hsueh y Su, 2016).

### **Aguas del río Sinú como lugar de promoción ambiental**

El río Sinú es una cuenca que se ubica al norte de Colombia. Nace en la serranía de San Jerónimo, atraviesa de sur a norte el departamento de Córdoba, y se constituye como la principal arteria fluvial que desemboca en la zona de llanura en la Boca de Tinajones del mar Caribe. Con una longitud de 437,97 kilómetros y un área de 13700 km<sup>2</sup>, es el único río en Colombia, y uno de los pocos en el mundo, que comprende algunos de los más importantes complejos bioecológicos porque presenta estuarios, selva tropical y humedales que albergan importantes especies ícticas como el bocachico (*Prochilodus magdalenae*), bagre blanco (*Pimelodus albicans*), liseta (*Leporinus muyscorum*), entre otros, los cuales son comercializados en los mercados locales, regionales y al interior del país (URRÁ y UPB, 2015). Sus aguas son un recurso significativo para los 16 sistemas de acueductos municipales en el departamento de Córdoba. Es una fuente de abastecimiento de agua para consumo humano previo tratamiento convencional de potabilización en el municipio de San Pelayo. A lo largo de su recorrido recibe aportes de carga orgánica y sedimentos lo que hace que sus características fisicoquímicas no sean estables y varíen constantemente con niveles altos de turbiedad en época de lluvia (Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge [CVS], 2006).

## Factores de promoción ambiental

La contaminación, la sobreexplotación, el cambio climático, el crecimiento urbano y los cambios en el paisaje, como la deforestación, son algunas de las actividades humanas que afectan gravemente a las corrientes naturales de agua dulce (Blanes y De la Quintana, 2010). Los protocolos de evaluación rápida se han convertido en una forma complementaria de evaluar la calidad del agua mediante la unificación de una variedad de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que sirven como indicador de las alteraciones que ha sufrido el cuerpo de agua por el incremento de la contaminación (Rodríguez y Castro, 2008). El índice de calidad de agua (ICA) y contaminación es un índice de intervención antrópica que permite precisar problemas ambientales específicos de los ríos en el del tiempo. Algunos autores definen el ICA como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (Fernández y Solano, 2005; Nasiri *et al.*, 2007; Swamee y Tyagi, 2007). La determinación de este indicador, con la participación de los estudiantes, y la adaptación de dichos protocolos en las actividades educativas relacionadas con el control, seguimiento y monitoreo de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Sinú, es una forma de hacerlo más útil en la promoción de la educación ambiental, según Bergmann y Pedrozo (2008). Estudios realizados por Guimarães *et al.* (2012) adaptaron los protocolos de evaluación rápida a niños de escuela primaria en Brasil, obteniendo resultados prometedores y destacaron el potencial de esta estrategia para ser implementada en las escuelas con fines de promover la educación ambiental, sin embargo, aún deben desarrollarse estudios específicos para evaluar cómo este instrumento es capaz de inculcar valores sociales, conocimientos, habilidades y acciones enfocadas a la conservación del medioambiente.

En resumen, según los factores descritos y analizados, se hace necesario desarrollar proyectos de investigación que promuevan en los estudiantes habilidades de pensamiento que, a su vez, les produzcan aprendizajes significativos para que sean creativos, generen nuevos conocimientos, tengan dominio, sepan emplear sus capacidades (Gómez *et al.*, 2019) y brinden al individuo una formación

integral que coadyuve al desarrollo social, económico y humano (Ruiz y Pérez, 2014). Desde el objetivo de este trabajo se pretende evaluar el impacto del uso de protocolos de evaluación rápida con equipos de medición para el monitoreo fisicoquímico y microbiológico del recurso del agua como herramienta para promover la conciencia ambiental, centrándose en los problemas ecológicos de la cuenca del río Sinú en su recorrido por el municipio de San Pelayo. En este sentido, a partir de esta investigación, se desea dar respuestas a las siguientes preguntas: ¿los protocolos de evaluación rápida pueden incrementar en los educandos la comprensión, el conocimiento e inculcar valores sociales enfocados con la protección de del río Sinú en su recorrido por el municipio de San Pelayo? y ¿la utilización de los protocolos de evaluación rápida como herramienta para promover la educación ambiental en los jóvenes estudiantes puede cambiar sus percepciones sobre los ríos y sus condiciones ambientales?

## Metodología

La estrategia metodológica busca el acercamiento de los estudiantes a la investigación escolar cuantitativa, puesto que esto les permite tener una proximidad a su realidad, a su territorio, a su escenario particular y a las interacciones con los procesos ambientales de la región, relacionados con el análisis fisicoquímico y microbiológico del agua.

Una de las técnicas de investigación que se utilizó para el desarrollo de este estudio fue la *observación directa*. Esta consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. Con base en dicha técnica los estudiantes se trasladaron a los sitios de muestreo y emitieron declaraciones y opiniones sobre la nueva experiencia. Esta buscó generar un impacto en la comunidad educativa y en sus entornos mediante dinámicas significativas enlazadas con la práctica y los conceptos sobre el medioambiente, lo que despierta un interés proactivo en todos los miembros de la institución.

El diseño metodológico aplicado es la *investigación-acción*, la cual es una forma de búsqueda autorreflexiva para perfeccionar la lógica, equidad, comprensión y las situaciones en las que se parte de problemas prácticos y vinculados con un ambiente o entorno (Hernández *et al.*, 2010). Por medio de esta metodología se

buscó que los estudiantes participaran activamente en el proceso investigativo, al controlar e interactuar a lo largo del proceso con las propuestas y acciones, por ejemplo, en los muestreos de aguas, además, convivieron con el estudiante tesista del programa de Química de la Universidad de Córdoba. De esta forma, se llevaron a cabo actividades fuera del aula, lo que se constituyó como una acción extraacadémica.

Las actividades y estrategias educativas empleadas en el aula hicieron referencia a un eje articulador entre la relación de una propuesta ambiental escolar, que exhibiera la necesidad de promover los procesos de educación ambiental desde las ciencias naturales en el contexto escolar, y las prácticas cotidianas de los alumnos.

### **Ubicación y población de estudio**

La Institución Educativa Santa Teresita ubicada en el municipio de San Pelayo, Córdoba, es un colegio de carácter público y mixto que imparte educación en todos los niveles: preescolar, primaria, básica secundaria y media académica. Cuenta con cuatro sedes, de las cuales dos de ellas se encuentran en jornada única. A los estudiantes de la básica secundaria de sexto a noveno de la sede General Santander se invitó a conformar el Comité Ambiental INESANTE. Se inscribieron a voluntad propia y con permiso escrito de sus acudientes 130 estudiantes. Estos completaron cuestionarios antes y después de las actividades pedagógicas con el fin de comprobar su grado de conocimiento previo y evaluar la información adquirida después de la participación en las acciones de medición y análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua. De esa población, solo 25 estudiantes se trasladaron hasta el área de estudio. Estos participaron en el programa de monitoreo de la calidad del agua del río Sinú en el tramo del municipio de San Pelayo en el departamento de Córdoba (figura 2.1A).

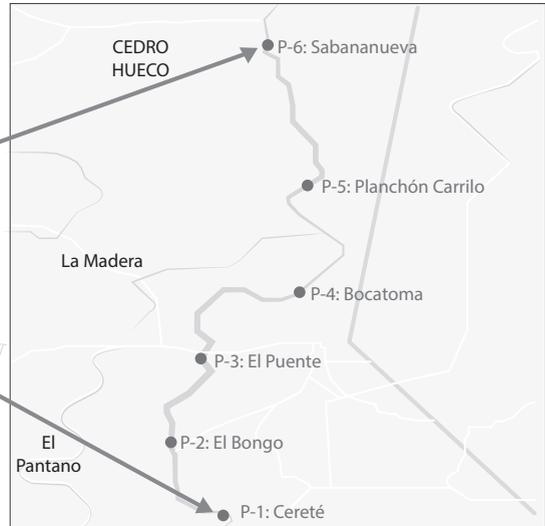
Es importante señalar que para seleccionar los puntos de muestreo se deben tener en cuenta las características físicas principales de la fuente de agua y el fácil acceso a esta, por lo que se decide establecer seis puntos de muestreo distribuidos espacialmente de forma estratégica, como se muestra en la figura 2.1B. Se recolectaron muestras representativas que permitieron hacer una ponderación y al mismo tiempo conocer las características de los puntos ubicados en el área

Figura 2.1A. **Ubicación geográfica del municipio de San Pelayo**



Fuente: elaboración propia con base en información de la Alcaldía Municipal de San Pelayo.

Figura 2.1B. **Puntos de muestreo**



Fuente: elaboración propia con base en Google Maps.

descrita, los cuales fueron ubicados por medio del sistema de posicionamiento global (GPS). Dichas estaciones de muestreo se describen a continuación: P-1 municipio Cereté, P-2 corregimiento El Bongo, P-3 El Puente (San Pelayo-corregimiento Santa Lucía), P-4 captación río Sinú de la empresa prestadora del servicio público de agua, acueducto y alcantarillado del municipio de San Pelayo (bocatoma), P-5 corregimiento Carrillo y P-6 corregimiento Sabananueva.

**Medición remota**

Este estudio contó con la participación y colaboración de un grupo de profesionales de la Universidad de Córdoba, la Universidad Simón Bolívar de Barranquilla y el grupo ambiental INESANTE. La promoción de los procesos ambientales en los estudiantes, padres de familia, docentes y demás personal de la Institución Educativa Santa Teresita y de la comunidad en general se realizó a satisfacción al aprovechar todos y cada uno de los muestreos para explicar e incentivar en ellos

y en las comunidades ribereñas la importancia de cuidar y preservar el recurso hídrico.

Para evaluar el impacto del uso de protocolos de evaluación rápida se utilizó un dispositivo inteligente de medida en tiempo real de temperatura y pH, llamado VICTA, el cual es un equipo de medición para el monitoreo fisicoquímico y microbiológico del agua, diseñado por científicos de la Universidad Simón Bolívar de Barranquilla.

Dicho dispositivo se usó como herramienta para promover la conciencia ambiental, centrándose en los problemas ecológicos de la cuenca del río Sinú en su recorrido por el municipio de San Pelayo. Este equipo es un sistema óptico de detección, de adquisición de datos en forma remota, con controladores de *hardware* y *software* de almacenamiento de la información programados y desarrollados. Cuenta con un sistema de flotación optimizado que determina los parámetros de turbidez, temperatura y pH de la zona optativa de instalación del equipo inteligente en las aguas seleccionadas. Utiliza la sinergia de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con las ciencias básicas como la química y microbiología (BIO). VICTA fue facilitado a este proyecto para continuar la verificación de su eficiencia en la traducción y medición de estas variables ambientales, para que en un futuro sea usado en los análisis ambientales de aguas naturales. El equipo cuenta con sus respectivos sensores de medida de cada parámetro y un *software* incorporado que envía las medidas directamente a un teléfono móvil por mensajes de texto, además de esto, tiene instalado dos paneles solares para la alimentación de las baterías y así evitar descargas cuando esté en funcionamiento.

### **Toma y preservación de las muestras**

En conjunto con los estudiantes miembros del Comité Ambiental INESANTE se hizo un recorrido por los diferentes puntos de muestreo, explicándoles las diferentes técnicas para la toma de muestras y preservación de estas. Además, se instruyeron en la forma de realizar análisis *in situ* y los parámetros que requieren estos análisis inmediatos. Se realizó un muestreo integrado, esto con el fin de obtener una muestra representativa por cada punto de muestreo. La toma de muestras, su preservación y transporte se efectuó teniendo como referencia

la metodología establecida en el manual, de “Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales”, traducido de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater<sup>1</sup>.

### **Fase de laboratorio**

Para la determinación de la calidad del agua, se realiza la aplicación de diferentes índices de calidad del agua (ICA). En primer lugar, se aplica el ICA ROJAS (ICA) en el que se evalúan seis parámetros: oxígeno disuelto (OD), pH, demanda biológica de oxígeno (DBO), coliformes fecales, turbiedad y sólidos disueltos totales (SDT). En segundo lugar, se aplica índice ICAUCA adaptado por la Universidad del Valle, en que se valoraron diez indicadores fisicoquímicos y microbiológicos, los cuales son: oxígeno disuelto (OD), pH, demanda biológica de oxígeno (DBO), coliformes fecales, turbiedad, sólidos disueltos totales (SDT), fosforo total, sólidos suspendidos (SS), color y nitrógeno total. Por último, se aplicó el índice de calidad del agua de la Fundación Nacional de Sanidad de los Estados Unidos (ICA-NSF) en el que se evalúan ocho parámetros: oxígeno disuelto (OD), pH, demanda biológica de oxígeno (DBO), nitratos, coliformes fecales, temperatura, turbiedad y sólidos disueltos totales (SDT) y fosfatos (Samboni *et al.*, 2007).

### ***Análisis fisicoquímico y microbiológico***

Para determinar la concentración de cada uno de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se siguieron los lineamientos, protocolos y procedimientos establecidos en el Standard Methods (2012) y del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Los procedimientos para analizar los parámetros mencionados se realizaron en las instalaciones del Laboratorio

<sup>1</sup> *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd edition, describe los métodos que usan los analistas, investigadores y funcionarios reguladores, como la fuente confiable de metodología precisa y comprobada para el análisis biológico, químico y físico de aguas naturales, suministros de agua y aguas residuales. Publicado por la Asociación Estadounidense de Salud Pública, Asociación Estadounidense de Obras Hidráulicas y la Federación Ambiental del Agua en el 2012.

de Investigación y Calidad Medio Ambiental (LICAM), ubicado en el SENA regional Córdoba y en el Laboratorio de Agua de la Universidad de Córdoba.

### *Tratamiento y análisis de los resultados*

En cada punto de muestreo fueron procesadas variables fisicoquímicas y microbiológicas mediante estadística descriptiva y multivariada. Se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) usando el *software* R 3.4.1, por el estudiante del Programa de Química de la Universidad de Córdoba, quien llevó a cabo este estudio como requisito para optar el título de Químico. Cada parámetro fisicoquímico y microbiológico, así como los ICA calculados, fueron sometidos a la prueba de homogeneidad de varianzas para la realización de un análisis ANOVA de un factor e interpretados adecuadamente en los tres periodos de monitoreo. Para las diferencias significativas se empleó el test de mínima diferencia significativa de Fisher (LSD), pruebas *post hoc* (comparaciones múltiples), subconjuntos homogéneos (HSD de Tukey), prueba de los valores extremos y pruebas de normalidad. Además de esto, se realizaron diagramas de cajas para observar la variación del parámetro en cada estación de muestreo durante los tres muestreos que se realizaron en este estudio. Los resultados obtenidos se compararon con la normatividad colombiana vigente del Decreto 1594/ 1984 para los diferentes usos del agua y el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

### **Promoción de procesos de educación ambiental**

En las estrategias para llevar a cabo la promoción de procesos de educación ambiental se tuvieron en cuenta seis líneas de acción pedagógicas de acuerdo con lo planteado por De Zubiría (2005): lograr que aprendan a pensar (finalidad); adquisición de conocimientos que representen una situación por medio de la práctica (aprendizaje); los encuentros que se hicieron cada martes con los estudiantes para orientarlos en la toma de decisiones oportunas para su beneficio en la jornada de la tarde, sede General Santander desde el mes de abril al mes de septiembre durante el 2018 (valoración formativa); la implementación de un equipo de medición remota de temperatura y pH *in situ* que apoya la labor

docente y permite el desarrollo de habilidades en los estudiantes (herramientas educativas); la explicación de la metodología para realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos del agua establecida en el manual de instrucciones (técnicas didácticas) y la organización de las actividades que se realizaron durante los muestreos a través de una ruta estructurada de acciones para la enseñanza aprendizaje (planeación didáctica). En dichas actividades se encuentra la celebración de la semana cultural en el mes de octubre, la cual tuvo como eslogan "El Sinú vive". En el día científico se terminaron las sesiones pedagógicas, con la participación de toda la comunidad educativa: estudiantes de básica primaria, básica secundaria, padres de familia, docentes, directivos docentes y personal administrativo.

## Resultados

A continuación, se describe cómo se fortalece la gestión del mantenimiento de la calidad de las aguas del río Sinú, realizando la medición oportuna de contaminación en puntos prioritarios, el análisis remoto, control automatizado y la rápida información del uso de protocolos de evaluación rápida para el monitoreo físicoquímico y microbiológico del agua.

Un gran aporte que se hizo fue demostrar el funcionamiento del equipo de medición llamado VICTA. Diseñado como un prototipo ambiental para la medición y constante monitoreo de contaminantes ambientales en el agua de forma remota, al aplicar un bosquejo experimental en la plataforma Arduino en la que se puede supervisar las alteraciones del agua por turbidez, temperatura y pH. Además, fue creado para que sea un producto de negocio innovador, económico, práctico y efectivo para industrias que realizan constantemente análisis de agua. Con la puesta en marcha de este novedoso prototipo los estudiantes pudieron relacionar ciertos conceptos dados en clase de química como *pH*, *temperatura*, *el agua como compuesto*, *el cuidado del agua*, *paneles solares*, la definición de *sensor químico* y la aplicación de las TIC.

Los resultados han mostrado que la aplicación de protocolos de evaluación rápida proporcionados en los análisis (al usar un novedoso equipo de medición remota de temperatura y pH) ayudó a infundir valores sociales, habilidades, acciones y competencias vinculados a la conservación ambiental del río que

abastece sus necesidades vitales. Además, permitió obtener resultados bastante satisfactorios, mostrando, con todo esto, la variedad de conocimientos que se pueden dar en el desarrollo de una investigación científica y escolar.

Los datos suministrados por el dispositivo inteligente de medida en tiempo real registraron un porcentaje de error menor al 10%, obteniéndose cierta similitud en comparación con los obtenidos por el multiparámetro convencional (véase la tabla 2.1) que lo que demuestra que el equipo está funcionando en óptimas condiciones y es útil a la hora de medir los cambios de pH y temperatura que se generan en el cuerpo de agua a lo largo de su recorrido y en la adquisición de la información.

Tabla 2.1. Resultados de pH y temperatura reportados por VICTA

Puntos de muestreo	pH VICTA	pH multiparámetro	Temperatura VICTA	Temperatura multiparámetro
Cereté	6,91	6,47	28,27	29,93
El Bongo	7,09	6,63	29,25	30,93
El Puente	7,41	6,87	28,24	30,77
Bocatoma San Pelayo	6,82	6,87	27,79	29,53
Planchón Carrillo	7,00	6,67	27,85	30,60
Sabananueva	7,09	6,80	28,36	29,53

Fuente: elaboración propia.

Los estudiantes se familiarizaron con un equipo novedoso y tecnológico que tuvo un impacto significativo en la detección y en el efectivo monitoreo de contaminantes y variables ambientales. Principalmente, las variables temperatura y pH fueron comparadas, esta última es la variable de calidad del agua más frecuentemente medida que influye en la supervivencia y el crecimiento de peces y organismos acuáticos. Otro impacto inmediato es que contribuyó en los avances de investigación como una nueva herramienta para la comunidad educativa, puesto que la Institución Educativa Santa Teresita carece de laboratorios para la realización de prácticas en el área de ciencias naturales.

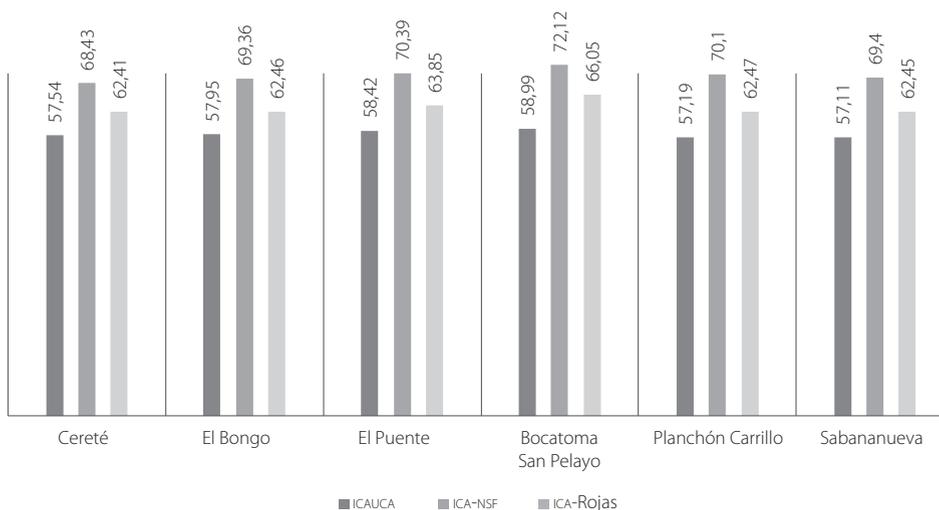
### *Índices de calidad del agua evaluados*

Los índices de calidad del agua (ICA: ICAUCA, ICA-NSF, ICA-Rojas) a partir de los resultados obtenidos en el laboratorio (LICAM) fueron calculados y el

comportamiento promedio de los ICA evaluados para cada punto de muestreo durante el monitoreo de las tres tomas de muestras son mostrados en la figura 2.2. Dentro de los factores que influyen en los resultados de la medición de los parámetros se encuentra: el periodo en el cual se realizó el muestreo equivalente a los mínimos o máximos que permite la normatividad colombiana de acuerdo con el Decreto 1594 de 1984 para los diferentes usos del agua y el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para que el agua de ríos y lagunas puedan ser captadas para tratamiento convencional de potabilización, que es uno de los principales usos que se les da a estas aguas; sin olvidarnos de otros como el riego de la agricultura de la región.

Ahora bien, de acuerdo con los resultados obtenidos experimentalmente con multiparámetro convencional y análisis en laboratorio, se observó que el ICA-NSF del río presenta buena calidad en la estación ubicada en la Bocatoma San Pelayo y mediana calidad en las estaciones restantes, las cuales reportan valores entre 68 y 70. El menor valor registrado se exhibe en las estaciones Cereté y El Bongo, muy probablemente esto se deba a la influencia del vertimiento Caña Lara-Cereté. La Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) (2014) reportó para el río Sinú el índice de calidad del agua

Figura 2.2. Índices de calidad del agua promedio en cada punto de muestreo



Fuente: elaboración propia.

para diferentes estaciones, entre ellas, la captación acueducto caña Lara-Cereté, la cual en su momento presentó un ICA de 69 clasificándola en categoría mediana. Valor similar al registrado en este estudio que es de 68,43, por lo que estas aguas siguen manteniendo la categoría de *mediana* calidad. En el mismo estudio se reportó para la Captación del Acueducto San Pelayo un ICA de 73, valor bastante cercano al registrado en esta investigación el cual es de 72,12, conservando la categoría de *buena* calidad.

El ICAUCA presentó una tendencia similar a la del ICA-Rojas; sin embargo, de acuerdo con los rangos de clasificación establecidos para este índice, el río presenta *buena* calidad en todas las estaciones monitoreadas (57,11-58,99). También se destaca que, aunque el ICAUCA asigna un peso relativo considerable al grupo de parámetros relacionados con la presencia de material en suspensión (problema identificado en la cuenca en época de lluvia), la clasificación es similar a la de los otros ICA evaluados.

El análisis de varianza-ANOVA mostrado en la figura 2.2 proyecta que en los primeros tres puntos de muestreo (Cereté, el Bongo y el Puente) se presenta una significación mayor a 0,05, esto quiere decir que no existen diferencias significativas y, por lo tanto, los indicadores tienen un comportamiento similar. En el mismo sentido, las últimas tres estaciones mostraron una significación menor a 0,05, lo que revela que existe una diferencia significativa entre los indicadores. Los índices que presentaron estas variaciones entre ellos fueron el ICA-NSF-ICAUCA y viceversa.

### ***Resultados de las estrategias de promoción ambiental***

Con la aplicación de las seis líneas de acción pedagógica, de acuerdo con lo planteado por De Zubiría (2005), como estrategias para llevar a cabo la promoción de procesos de educación ambiental, se consiguió dar pertinencia y relevancia al estudio del área de ciencias naturales y educación ambiental en lo referido a mejorar la calidad de la educación de los estudiantes de la Institución Educativa Santa Teresita en cuanto al conocimiento de los recursos hídricos de la región.

La comunidad del municipio de San Pelayo, que vive en las riberas del río Sinú y en los sitios de muestreos, fue motivada y sensibilizada en sesiones pedagógicas, conversatorios y realización de carteleras por parte de los estudiantes (véase imagen 2.1). Quienes mostraron resultados de los análisis en cuanto a la

### Imagen 2.1. Evidencia de sesiones pedagógicas, conversatorios y exposiciones por estudiantes



Fuente: fotografías propias.

disponibilidad de agua del río Sinú de buena calidad fisicoquímica y microbiológica de acuerdo con los parámetros para agua natural.

Este estudio demuestra que los estudiantes incrementaron la comprensión y conocimiento sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que dan indicios de que la calidad del agua de esta fuente hídrica es media-buena.

### Discusión de los resultados

Un análisis de contenido constató que en un 80 % los educandos manifestaron saber lo que es el agua, cuáles son sus usos, el cuidado y caracterización fisicoquímica del agua de abastecimiento en los pobladores de las riberas del río Sinú; sin embargo, también se pudo identificar que es necesario fortalecer sus saberes y generar una conciencia de conservación ambiental al reconocer algunas de las problemáticas actuales del río Sinú y que amenazan su entorno como la tala de árboles, el manejo de residuos sólidos y la contaminación específica.

Las evidencias documentales recolectadas a partir de los recorridos, las salidas de campo al realizar los monitoreos, el uso del dispositivo VICTA y el registro fotográfico de los estudiantes que participaron en el proyecto, como se muestra en la imagen 2.1, dan indicio de que los protocolos de evaluación rápida pueden incrementar la comprensión y el conocimiento de los educandos, cuyo entorno está relacionado con el río Sinú y su recorrido por el municipio de San Pelayo, al

inculcar valores sociales enfocados en la protección de los recursos hídricos. A su vez, la utilización de los protocolos de evaluación rápida, como herramienta para promover la educación ambiental en los jóvenes estudiantes, ha hecho que cambie sus percepciones sobre los ríos y sus condiciones ambientales.

A pesar de lo anterior, pareciera ser que a la educación ambiental en los hogares le restan importancia, puesto que la conciencia ambiental hacia actividades productivas y cotidianas en pro de la conservación y preservación del medioambiente se sigue haciendo sin pensar: las quemas de basuras, los desperdicios que se arrojan al río, la no clasificación o separación de residuos sólidos en las casas y el uso inadecuado que le dan al agua (Gutiérrez, 2015). Por tanto, aún hay muy poca reflexión sobre los daños individuales que como seres humanos realizamos en las riberas de los ríos, en especial en los del tramo estudiado. Sin embargo, cabe resaltar que son los estudiantes los que actúan como vectores influyentes al transmitir al resto de la comunidad educativa el mensaje ambiental del cuidado y la protección de la cuenca fluvial del río Sinú, logrando conformar así una comunidad de aprendizaje.

Lo anterior permitió en el marco de la educación ambiental que los educandos construyeran su propio conocimiento, fortalecieran habilidades científicas y ampliaran sus conocimientos, al mismo tiempo que reconocieran el valor y la importancia de los cuerpos de agua de la región directamente desde la experimentación práctica (Flórez, 2015; Munera, 2018). En este orden de ideas, las actividades diseñadas y orientadas se realizaron en función de fomentar experiencias educativas, de transformación y recreación que fortalecieran las habilidades socioemocionales a partir de la espontaneidad cognitiva al fomentar la imaginación, la atención, el pensamiento creativo, la interpretación de conocimiento, la comprensión del mundo, el seguimiento de instrucciones, la ampliación de su vocabulario con nueva terminología y la expresión de ideas (Quintana, 2017). Las habilidades de desarrollo de la dimensión académica se fortalecieron con la apropiación de los contenidos y nuevos conceptos en el componente químico por ser un proyecto colaborativo que incluyó la participación de tres instituciones educativas (Universidad de Córdoba, Universidad Simón Bolívar y la Institución Educativa Santa Teresita). Por lo anterior, promover la participación de los estudiantes de básica secundaria en un monitoreo ambiental de un recurso hídrico es extremadamente importante para el éxito del proceso

de protección y conservación ambiental, especialmente si se considera la nueva perspectiva de investigación creada en la Institución Educativa Santa Teresita.

## Conclusiones

Las distintas actividades que realizaron los estudiantes en este estudio sobre la calidad del agua del río Sinú, que pasa por el municipio de San Pelayo, como observación, presentación (exposición y carteleras), recorridos, toma de muestras fisicoquímicas y microbiológicas, esparcimiento y conocimiento de situaciones ambientales fueron una estrategia de consolidación que promocionaron y motivaron aprendizajes significativos. Se reconocieron diferentes escenarios de aprendizaje dentro y fuera de la institución, llevando al desarrollo potencial cognitivo, creativo y social de los estudiantes que participaron en esta propuesta de enseñanza, lo que favoreció el aprendizaje en el aula.

La metodología propuesta de promoción de procesos de educación ambiental y su importancia en el fortalecimiento de habilidades científicas condujo a los educandos a un aprendizaje vivencial porque estuvo basado en actividades desconocidas. La integración de nuevas formas de conceptualizar conocimientos ya adquiridos por los educandos promovió la apropiación de conceptos relacionados al componente químico, tecnológico, así como la conciencia del cuidado del ambiente natural y de los recursos hídricos. Además, se fortalecieron habilidades cognitivas, socioemocionales, trabajo en equipo, definición y solución de problemas, fomento de iniciativa y liderazgo, al otorgarle la posibilidad a los estudiantes de interactuar con diversas disciplinas e integrar los conocimientos y saberes en un proceso transversal que cruza la enseñanza y el aprendizaje educativo.

El equipo de medición remota (VICTA) proporcionó datos de pH y temperatura con un error menor al 10% en comparación con las lecturas realizadas por el multiparámetro convencional, lo que garantiza la veracidad en las medidas de este dispositivo. Igualmente, contribuyó en gran manera a los avances de investigación como una nueva herramienta tecnológica para la comunidad educativa, puesto que la Institución Educativa Santa Teresita carece de laboratorios y, por ende, de materiales para la realización de prácticas en el área de ciencias naturales.

La evaluación de la calidad del agua del río Sinú a lo largo del tramo en estudio mediante el uso del ICA-NSF muestra una tendencia similar a medida que se avanza en su recorrido. Se identificaron cinco puntos que presentan *calidad media* y un punto correspondiente a la Bocatoma San Pelayo que registró *calidad buena*. Por su parte el ICAUCA y el ICA-Rojas presentan similitud entre sí clasificando las aguas del Sinú en categoría *buena*. Confirmándose con los ICA evaluados que la calidad del agua del río Sinú en este tramo específico de su recorrido presenta en general calidad entre *media* y *buena*, por lo que es necesario su tratamiento para la destinación del recurso al consumo humano. Los puntos que presentan los más bajos índices son Cereté, el Bongo y el Puente.

### Agradecimientos

Agradecemos a toda la comunidad educativa de Santa Teresita del municipio de San Pelayo, quienes hicieron posible esta propuesta metodológica, especialmente a los estudiantes que conformaron el comité Ambiental INESANTE. A las madres y padres de familia que autorizaron la asistencia de su hijo e hija a todas las actividades de este interesante proyecto, que con su ejecución logró que un estudiante del programa de Química de la Universidad de Córdoba obtuviera el título de químico profesional. También agradecemos al Laboratorio de Investigación y Calidad Medio Ambiental (LICAM) ubicado en el SENA regional Córdoba, en cabeza de su director el magíster Carlos Burgos, y al Laboratorio de Aguas de la Universidad de Córdoba, por poner a nuestro servicio todas sus facilidades para la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Inmensos agradecimientos al magíster Reynaldo Villareal González, director del área de Tecnología de MacondoLab, de la Universidad Simón Bolívar, quien desarrolló el emprendimiento del dispositivo remoto VICTA.

### Referencias

American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation y Water Environment Federation. (2012). *Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 Ed.* American Public Health Association.

- Blanes, J. y De la Quintana, D. (2010). Contaminación del agua. *Contaminación del Agua*, 4(2), 1-76. <http://biblioteca.ribei.org/id/eprint/299/>
- Castillo, R. (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 97-111. <https://doi.org/10.15359/ree.14-1.9>
- Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS). (2006). *Objetivos de calidad para el río Sinú, periodo 2006 al 2011*. División calidad ambiental. Montería-Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). (2014). *Plan de acción para la temporada invernal en el departamento de Córdoba - PATI CVS*. Montería-Colombia.
- De Zubiría, M. (2005). *Pedagogías del siglo XXI: Mentefactos I: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani*. Fondo de Publicaciones Fundación Alberto Merani.
- Fernández, N. y Solano, F. (2005). Índices de calidad y de contaminación del agua. *Universidad de Pamplona*, 43-53.
- Flórez, G. (2015). La educación ambiental y el desarrollo sostenible en el contexto colombiano. *Revista Electrónica Educare*, 19(3), 432-443. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.19-3.5>
- Galván Pérez, L. (2019). *Evaluación de iniciativas de educación ambiental para la conservación de los ecosistemas acuáticos: una mirada desde el paradigma de la complejidad* (tesis de doctorado), Universidad de Granada. <http://hdl.handle.net/10481/55753>
- Gómez, L., Muñoz, L. y Londoño, D. (2019). Prácticas evaluativas en la escuela. Una ruta pedagógica hacia la construcción de aprendizajes significativos. *Aletheia. Revista de Desarrollo Humano, educativo y Social Contemporáneo*, 11(1), 37-68. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2145-03662019000100037](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-03662019000100037)
- Gutiérrez, L. (2015). Problemática de la educación ambiental en las instituciones educativas. *Revista Científica*, 3(23), 57-76. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.23.a5>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Instituto Nacional de Salud (INS). (2011). Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio.

- Munera, D. (2018). *Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para el aprendizaje por descubrimiento de las soluciones químicas* (tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69642>
- Muñoz, M. *et al.* (2019). El reciclaje de residuos sólidos para embellecer el entorno y su uso en las clases de inglés en la Institución Educativa Santa Teresita en el municipio de San Pelayo Córdoba- Colombia. *Gestión del Conocimiento: Perspectiva Multidisciplinaria*, 13, 149-161.
- Nasiri, F., Maqsood, I., Huang, G. y Fuller, N. (2007). Water quality index: A fuzzy river-pollution decision support expert system. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 133(2), 95-105. [https://www.oieau.org/eaudoc/system/files/documents/41/209315/209315\\_doc.pdf](https://www.oieau.org/eaudoc/system/files/documents/41/209315/209315_doc.pdf)
- Quintana, R. (2017). La educación ambiental y su importancia en la relación sustentable: Hombre-Naturaleza-Territorio. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(2), 927-949. <https://doi.org/10.11600/1692715x.1520929042016>.
- Sistema de Aseo Urbano. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2000*. <http://orarbo.gov.co/apc-aa-files/57c59a889ca266ee6533c26f970cb14a/titulo-f-ras.pdf>
- Samboni, N., Carvajal, Y. y Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172-181. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0120-56092007000300019](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0120-56092007000300019)
- Swamee, P. y Tyagi, A. (2007). Improved method for aggregation of water quality subindices. *Journal of Environmental Engineering*, 133(2), 220-225. [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2007\)133:2\(220\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-9372(2007)133:2(220))
- URRÁ S. A. E. S. P. y UPB. (2015). Informe sobre *Monitoreo de calidad de aguas en el embalse y en el río Sinú, durante la operación de la central hidroeléctrica Urrá I*. UPB, Montería. <https://www.youtube.com/watch?v=-WdAzsEiUAK>
- Vizcaíno, L. (2009). Índices de calidad del agua (ICA), *forma de estimarlos y aplicación en la Cuenca Lerma-Chapala*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. <https://docplayer.es/74209932-Indices-de-calidad-del-agua-ica-forma-de-estimarlos-y-aplicacion-en-la-cuenca-lerma-chapala.html>

### Capítulo 3. Incidencia de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias naturales\*

Gloria Yaneth Ayala-Soto  
Juan Carlos Gallego-Gómez

La presente investigación indagó sobre el desarrollo de habilidades metacognitivas y su relación con el rendimiento académico, en el ejercicio del aprendizaje de las ciencias naturales, de estudiantes de básica secundaria por medio del estudio de un tema específico del área. Para esto, se tomó una muestra de 82 estudiantes de grado séptimo, distribuidos en dos grupos (séptimo A y séptimo B), pertenecientes a una institución educativa de carácter oficial del Valle del Cauca y con quienes se implementó una estrategia de aprendizaje diferente para cada grupo: estrategia de aprendizaje autorregulado en el grupo A y estrategia tradicional en el grupo B.

El estudio contempla, además, variables socioeconómicas y socioafectivas, así como el diagnóstico y la comparación de estrategias de estudio y habilidades metacognitivas en los estudiantes, quienes respondieron la prueba de Adquisición, Codificación, Recuperación y Apoyo al Procesamiento (ACRA) como pretest y posttest, antes y después de aplicar la respectiva estrategia de aprendizaje en cada grupo y que permitió la comparación en los niveles intra e intergrupales.

Finalmente, se realizó un análisis estadístico multivariado a través del método de componentes principales con el programa SPSS. Los resultados estadísticos muestran que la estrategia de aprendizaje autorregulado, junto con la implementación de estrategias de estudio de forma reflexiva en el aula, aplicadas en este estudio, no favorecieron el desarrollo de habilidades metacognitivas en los estudiantes. Se concluyó que el desarrollo de dichas habilidades es un proceso que requiere de entrenamiento y tiempo, y que este último varía de

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.3>

un individuo a otro. Por último, tanto la metacognición como la metodología de enseñanza-aprendizaje empleadas, al parecer, no tienen incidencia en el rendimiento académico. Aun así, los resultados obtenidos en este estudio no son del todo concluyentes por la corta duración de la intervención; se recomienda, por tanto, más investigación que contemple una intervención en el aula durante un periodo más largo y que permita contrastar su efectividad.

## Introducción

La capacidad para identificar si los estudiantes de grados básicos están aprendiendo y tener alguna evidencia de si están desarrollando habilidades que los hagan conscientes de su proceso de aprendizaje ha sido un reto durante muchos años para los investigadores que lo han afrontado desde distintas posturas. Al parecer no es un asunto epistémico —referente al conocimiento y cómo se obtiene— como tampoco de índole cognitiva o restringido al sujeto cognoscente. Más allá de las estrategias cognitivas, existe otro dominio aún poco investigado por la pedagogía y las psicologías del aprendizaje: la metacognición. Pese a que no hay un acuerdo sobre la definición del término, Proust (2013), citado por Pérez y González (2020), enuncia que esta situación se debe a que la *metacognición* ha sido estudiada desde diferentes áreas del conocimiento, distintos supuestos, métodos y contextos que otorgan como resultado variadas definiciones. El primer autor en emplear el término fue John Flavell (1979), el cual lo define como “[...] el conocimiento que uno tiene sobre los propios procesos y productos cognitivos o sobre cualquier cosa relacionada con ellos, es decir, las propiedades de la información o los datos relevantes para el aprendizaje” (p. 906).

Diversos autores han estudiado la materia que nos concierne y otorgado sus apreciaciones. Swanson (1990) manifiesta que se trata de “el conocimiento que cada uno tiene de sus propias actividades de pensamiento y aprendizaje, y el control que ejerce sobre ellas” (p. 306). En el mismo sentido, Soto (2003) considera que la metacognición “centra su preocupación sobre la toma de conciencia por parte de los individuos, sobre sus propios procesos de pensamiento y conocimiento y sobre las formas de cualificarlo y delimitarlo” (p. 31). Para Brown (2010), la metacognición es el control deliberado y consciente de la propia actividad cognitiva. Por último, y como lo expresa Wirth, citado por Millis (2016),

“la metacognición requiere que los estudiantes comprendan cómo están aprendiendo y que desarrollen la capacidad de hacer planes, supervisar el progreso y hacer ajustes” (p. 1).

La metacognición, por su naturaleza, resulta un elemento clave para tener en cuenta en la práctica pedagógica. No solo para esclarecer muchas de las dificultades en el aprendizaje y los distintos problemas comportamentales e individuales de los estudiantes, sino también para contribuir a la meta de que los escolares se transformen en sujetos con capacidad de instruirse de forma autónoma y autorregulada, necesidad que para Bustingorry y Jaramillo (2008) debe ser inculcada desde el ámbito escolar. El aprendizaje de las ciencias naturales presenta múltiples dificultades y diferentes autores (Gelman y Legare, 2011; Grotzer y Mittlefehldt, 2012; Joshua y Dupin, 2005; Kampourakis, 2014; Malmberg *et al.*, 2015; Saab *et al.*, 2012) resaltan la importancia del desarrollo de la metacognición en el aula de ciencias al concordar en que esta, como lo enuncian Pérez y González (2020), “[...] permite a los estudiantes apropiarse de modelos científicos complejos, al igual que desarrolla la capacidad de autorregulación en sus propios modos de pensar, permitiéndoles tomar decisiones con fundamento científico según se le presenten” (p. 237).

Respecto de la función de la metacognición en el aula de clases, Bustingorry y Jaramillo (2008) consideran ciertos métodos de instrucción metacognitiva que son: la instrucción explícita, la práctica guiada, la práctica cooperativa y la práctica individual. En cada uno de ellos, el docente solo desempeña el papel de modelo y guía de la actividad cognitiva y metacognitiva, mientras que todo el proceso se centra en el rol activo y protagónico del estudiante, que poco a poco adquiere el control de sus propios procesos de aprendizaje, autorregulándose permanentemente. Por otro lado, Monereo (1995, p. 79), citado por Alama (2015), considera tres lineamientos para la aplicación de la metacognición: enseñarles a los estudiantes a conocerse mejor como aprendices, a reflexionar sobre su propia manera de aprender y a reconocer el propósito de sus aprendizajes.

Ahora bien, un primer concepto, el de *habilidad cognitiva*, en psicología, hace énfasis en que el alumno no adquiere los contenidos *per se*, sino que aprende sobre el método que utilizó para hacerlo. Como lo señalan Chadwick y Rivera (1991) aprende no solamente lo que aprende, sino cómo lo aprendió. Se infiere entonces que las habilidades cognitivas son la representación de procesos

mentales que proporcionan destrezas para pensar y razonar, mientras que las capacidades metacognitivas se presentan como medios que direccionan al sujeto hacia la toma de conciencia respecto de las guías y procesos de aprendizaje en ejecución. Tanto las habilidades cognitivas como las metacognitivas pueden complementarse entre sí. Para Flavell (1977) y Miller (2002), la mejora de las habilidades metacognitivas es clave para el éxito en la etapa de las operaciones formales. En este sentido, Iwai (2011) expone: “[...] es fundamental la incorporación del componente metacognitivo en el ámbito escolar a través de la expresión oral, la lectura, la escritura, la atención, la memoria y las interacciones sociales desde las diferentes áreas del saber” (p. 151).

Existe otra noción relevante para la investigación: las *estrategias de aprendizaje*. Estas son definidas por Weinstein, 1987 y Weinstein *et al.* (2000) como “[...] comportamientos, pensamientos, creencias o emociones que ayudan a adquirir información e integrarla al conocimiento ya existente, así como a recuperar la información ya disponible” (p. 727). Mientras que Castelló y Monereo (1996) las definen como “un proceso de toma de decisiones, consciente e intencional, acerca de qué conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales poner en marcha para conseguir un objetivo de aprendizaje en un contexto definido por unas condiciones específicas” (p. 40). Estas estrategias representan el conjunto de actividades y medios, previamente planificados y ejecutados en las aulas de enseñanza, con el objetivo de garantizar el aprendizaje. Además, encuentran relación con el proceso metacognitivo en el momento en que al sujeto le es revelada una consciencia respecto del valor práctico de sus propios conocimientos.

Donolo *et al.* (2004) clasifican las estrategias de aprendizaje en tres clases: (1) estrategias cognitivas (de repaso, de elaboración, de organización, de pensamiento crítico); (2) estrategias metacognitivas (planeación, control y regulación de las actividades) y (3) estrategias de manejo de recursos (manejo del tiempo, manejo del ambiente, regulación del esfuerzo, aprendizaje con pares y búsqueda de ayuda). Según lo anterior, el primer grupo ayuda al estudiante a elaborar y organizar los contenidos para que resulte más fácil su aprendizaje (procesamiento de la información). El segundo grupo está destinado a controlar la actividad mental del estudiante respecto de la orientación de su aprendizaje (autorregulación). El último grupo enumera acciones de apoyo, inscritas al

interior del proceso de instrucción del escolar para que este usufructúe bajo los mejores parámetros posibles.

Por otra parte, el instrumento, denominado cuestionario Escalas de Adquisición, Codificación, Recuperación y Apoyo al procesamiento de la Información (ACRA), es una herramienta diseñada por Román y Gallego (1994, p. 5), adecuada para emplearse en contextos escolares y así evaluar el desarrollo o uso de habilidades metacognitivas en estudiantes de básica secundaria, con un rango de edad entre los 12 y los 16 años. Por su estructura, esta prueba permite valorar dos tipos de procesos: procesos cognitivos y procesos metacognitivos. Esto, por medio de cuatro escalas que indican el grado de aparición y uso de diferentes estrategias de aprendizaje: estrategias de adquisición de la información, estrategias de codificación de la información, estrategias de recuperación de la información y estrategias de apoyo al procesamiento o socioafectivas.

Según Pérez y Beltrán (2014), las estrategias de adquisición de información guían al estudiante para que este conozca cómo debe adquirir la información necesaria para su estudio. En la otra mano, a través de las estrategias de codificación, el escolar aprende a diferenciar, por ejemplo, en un texto las ideas principales de las secundarias. Por otro lado, las estrategias de recuperación de la información enseñan acerca de los mecanismos requeridos para acceder de nuevo a la información previamente almacenada. Por último, las estrategias de apoyo al procesamiento de la información indican qué medios y condiciones serán los que ayuden en el mejoramiento del proceso de aprendizaje al incluir, a su vez, aspectos de carácter metacognitivo y socioafectivo. Cada una de las escalas de la prueba ACRA presenta subdivisiones. Estas, a su vez, se hallan compuestas por reactivos o ítems, para un total de 119 ítems tipo Likert, que contemplan cuatro opciones de respuesta de la siguiente manera: A: nunca/casi nunca; B: alguna vez; C: bastantes veces y D: siempre.

Respecto de su validez y confiabilidad, la prueba ACRA es un instrumento ampliamente utilizado por diferentes investigaciones, tanto en Europa como en América Latina. Al realizar el análisis de consistencia interna de cada una de sus escalas, presentan cada una de ellas altas valoraciones (0,80 adquisición; 0,93 codificación; 0,86 recuperación y 0,92 apoyo); de igual manera el nivel de confiabilidad es alto, 0,97 (Juárez *et al.*, 2015).

## Antecedentes

Los estudios sobre metacognición reportados por la literatura se concentran, principalmente, en los ambientes universitarios. Las escasas investigaciones que se han realizado con grupos de estudiantes de educación básica secundaria enfocan en su mayoría el estudio de estrategias de lectura y el aprendizaje de lenguas extranjeras. Por ende, la evidencia disponible, en lo que respecta a la aplicación de la metacognición durante el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales, en la enseñanza básica secundaria, es limitada.

A continuación, relacionamos algunos de los estudios desarrollados en Colombia sobre la temática que nos concierne.

En primer lugar, Monsalve (2019) en su investigación titulada *La metacognición como vía para identificar y promocionar el talento*, realizada sobre una muestra de estudiantes de los grados quinto y sexto del municipio de Sabaneta, departamento de Antioquia, indica que las estrategias metacognitivas posibilitan la identificación y la promoción de los talentos y capacidades. En esta misma vía, la autora señala que son el desarrollo y la aplicación de estas estrategias las que permiten al estudiante la construcción de un proceso de aprendizaje propio, autónomo, a partir de la concientización y reflexión respecto de su ocupación y la mecánica de sus acciones.

En segundo lugar, Aristizábal y Ruiz (2020) en su trabajo *Manifestación de la metacognición (conocimiento metacognitivo y regulación metacognitiva) en el desempeño académico de los estudiantes del grado noveno de básica secundaria de la Institución Educativa Villa de la Candelaria (IEVC) en el área de ciencias naturales*, con una muestra de 66 estudiantes entre los 14 y 15 años de edad, y tras la utilización del instrumento MAI, reconocen la importancia de la metacognición respecto de la formación de estudiantes más autónomos. El estudio señala cómo dimensiones metacognitivas, como la autorregulación y la autodeterminación del sujeto, se convierten en engranajes indispensables del proceso de aprendizaje, necesarios en lo que refiere a la mejora en el desempeño académico por parte de los escolares.

En otros países latinoamericanos se destacan algunos estudios, estos son:

Solanilla (2019) desarrolló su investigación titulada: *Estudio correlacional entre el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas con el rendimiento académico*. Su objetivo consistió en presentar un programa que propendía por el desarrollo

de competencias cognitivas y metacognitivas para el mejoramiento del rendimiento académico. El estudio tuvo su desarrollo en Panamá, con una muestra de 92 estudiantes del bachillerato en Ciencias y a quienes les fueron aplicadas las Escalas de Estrategias de Aprendizaje (ACRA). Los resultados demostraron una relación significativa entre el uso de las estrategias de aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes.

Y, en Chile, Osses-Bustingorry *et al.* (2018) presentan los avances generados en el desarrollo metacognitivo de estudiantes chilenos, a partir de una intervención pedagógica en biología. Este estudio corresponde a una investigación mixta, de 3 años de duración. Se desarrolló con 106 estudiantes de segundo ciclo de enseñanza media, con edades entre los 16 a los 18 años. Se utilizó un instrumento validado para medir la metacognición y se aplicó en dos ocasiones; pretest, una intervención y, al final de esta, dos años luego, se aplicó el postest. Los resultados mostraron que prácticamente en la totalidad de las dimensiones de la metacognición, se presentaron diferencias significativas, las cuales fueron ratificadas más adelante por la prueba t de Student.

## **Metodología**

El presente estudio corresponde a una investigación cuasiexperimental. Se desarrolló en una sede de una institución educativa oficial urbana, ubicada en el Valle del Cauca, en la que el 100 % de los estudiantes son niñas. La población objeto de estudio corresponde a 82 estudiantes de grado séptimo, distribuidas en dos grupos: grupo 7,1(A) y grupo 7,2(B), cada uno con 41 discentes, con un rango de edad de 12 a 16 años.

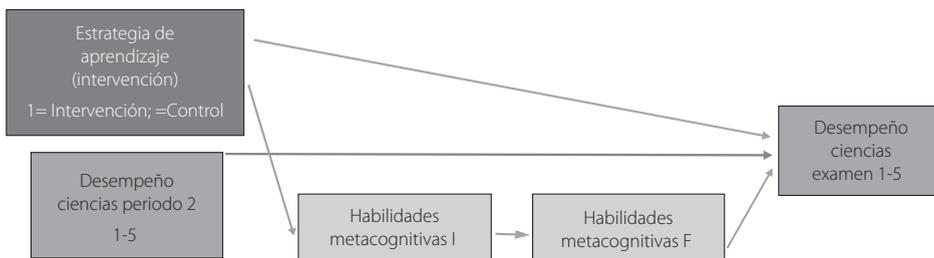
Con ambos grupos se estudió un tema específico de las ciencias naturales: circulación de la energía en los seres vivos y fotosíntesis. Se usó una metodología de aprendizaje diferente en cada grupo: el grupo A utilizó la metodología de aprendizaje autónomo, rica en el uso de estrategias de aprendizaje e interesada en el desarrollo de habilidades metacognitivas, mientras que el grupo B implementó la metodología tradicional, en la que el profesor es quien tiene el conocimiento, lo explica y el estudiante atiende a las explicaciones.

Con el fin de conocer las estrategias de estudio empleadas por las discentes de los grupos A y B, se utilizó como herramienta la prueba acra, realizándose

previamente una adaptación semántica de esta, y se consideraron las condiciones de la población objeto de estudio. La prueba se aplicó en dos momentos, en cada grupo. Un primer momento antes de la intervención pedagógico-didáctica (pretest) y un segundo momento después de la intervención pedagógico-didáctica (postest). De acuerdo con el modelo presentado en la figura 3.1. Los datos obtenidos se procesaron por el método de análisis de componentes principales (PCA), a través del programa SPSS. Anterior al PCA, se calcularon el índice de confiabilidad, así como los test que indican la validez de la prueba, estos son: test de esfericidad de Barlett y el índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

Luego se realizó el análisis de componentes principales, incluyendo la rotación de los datos, por el método de Rotación Varimax. Para la retención de los componentes se consideraron varios criterios: en primer lugar, los propuestos por Thompson y Daniel (1996): presentar autovalores mayores a 1, lo cual indica una proporción significativa de varianza, y estar en la parte curvilínea del diagrama de sedimentación. En segundo lugar, después de realizar la rotación varimax a la matriz inicial, se consideraron los criterios expuestos por Taraban (2004): presentar un peso factorial superior a 0,40, estar muy bien definido en uno solo de los componentes y el componente a seleccionar debe presentar mínimo tres variables muy bien definidas en este y debe ser interpretable. Este último criterio es el más importante y debe tener en cuenta específicamente, y según lo expuesto por Taraban (2004), que las variables retenidas para cada uno de los componentes sean conceptualmente coherentes y se encuentren uniformemente relacionadas con la construcción del componente. En esta última parte es fundamental el punto de vista del investigador. De igual manera, a

Figura 3.1. **Modelo intervención pedagógico-didáctica**



Fuente: elaboración propia.

cada uno de los componentes seleccionados en cada escala del test ACRA se les asignó un nombre, según el tipo de variables que lo definían y se relacionaron estas variables con la clasificación de las estrategias por escalas realizada por Román y Gallego (1994).

Seguidamente, con el fin de determinar el impacto de la metodología aplicada en cada grupo, se calcularon los estadísticos respectivos: prueba de normalidad y finalmente ANCOVA, con el fin de eliminar cualquier error sistemático que esté fuera del control del investigador y que genere sesgo en los resultados y, en segundo lugar, considerar las diferencias en las respuestas dadas por las características propias de los encuestados (Badii *et al.*, 2008, p. 2). Por último, para la evaluación del desempeño académico de las discentes de ambos grupos, A y B, se tuvo en cuenta el análisis de las notas del segundo y tercer periodo respectivamente, tiempo durante el cual se realizó el estudio.

## Resultados

La tabla 3.1 muestra los valores de los estadísticos de rigor de cada una de las escalas del cuestionario ACRA, tanto del pretest como del postest. El KMO con

Tabla 3.1. Estadísticos de rigor test ACRA para cada una de las escalas del pretest y postest ACRA (N = 82)

Test	Escala	Ítems	N	Kmo	Chi-cuadrado	Nivel de significancia de la prueba de esfericidad de Bartlett	Alpha
Pretest	1	20	82	0,736	416,181	0,000	0,7879
	2	31	82	0,648	826,816	0,000	0,8936
	3	16	82	0,782	421,302	0,000	0,8565
	4	17	82	0,742	385,749	0,000	0,8317
	5	18	82	0,840	453,984	0,000	0,8649
Postest	1	20	82	0,645	384,739	0,000	0,7879
	2	31	82	0,660	333,781	0,000	0,7777
	3	16	82	0,827	404,231	0,000	0,8625
	4	17	82	0,839	436,755	0,000	0,8756
	5	18	82	0,819	516,746	0,000	0,8845

Fuente: elaboración propia.

valores mayores a 20,5 y un nivel de significancia de 0,000 muestran la adecuación de los datos al análisis estadístico por componentes principales empleados en este estudio. De igual manera, el coeficiente de fiabilidad Alpha de Cronbach con valores superiores a 0,70 indica una buena consistencia interna dentro de cada escala que conforma el instrumento ACRA.

### **Estrategias de estudio y habilidades metacognitivas**

A continuación, se relacionan los resultados del análisis de componentes principales (PCA) realizados para cada escala para el grupo A (GA) y grupo B (GB), respectivamente. Para la retención de los componentes se tuvo en cuenta los criterios expuestos por Taraban (2004): cada táctica debía estar bien definida en uno solo de los componentes, presentar un peso factorial superior a 0,4 y una comunalidad (CM) superior a 0,50. Se exponen primero los resultados de los dos grupos para el pretest y luego para el postest.

#### **Pretest grupos A y B**

En las estrategias de adquisición de información, tanto para el grupo A como el grupo B, se retuvieron 2 componentes. Para el grupo A, estos componentes se denominaron subrayado y repaso. El componente de subrayado, con un porcentaje de varianza del 21 % lo definen 4 estrategias: 3, 6, 7 y 20, y el segundo componente, llamado repaso, con una varianza del 11,8 %, lo definen las estrategias 13, 15, 17 y 1, respectivamente (véase tabla 3.2). En el grupo B, los dos componentes retenidos se llaman repetición y repaso; el primero de ellos con un porcentaje de varianza del 28,9 y definido por las estrategias: 12, 15, 14, 16, 17, 5 y 8; mientras que el segundo componente presenta una varianza del 10,8 %, y lo definen las estrategias: 10, 18, 19 y 2, tal como se registra en la tabla 3.3.

En la escala II de estrategias de codificación de la información, para el grupo A se retuvo un solo componente, llamado elaboración, con el 26 % de la varianza total acumulada (tabla 3.2). En cambio, para el grupo B se retienen dos componentes denominados afianzamiento y aplicación, con el 16,6 y 9 % de la varianza total acumulada, respectivamente (tabla 3.3).

Tabla 3.2. Componentes principales pretest grupo A

Escalas/ componentes	Nombre asignado	% de varianza acumulada	Ítems que lo definen	Pesos factoriales	Cm
<b>Escala I estrategias de adquisición de información</b>					
C1	Subrayado	21,041	3	0,751	0,693
			6	0,728	0,743
			7	0,6	0,601
			20	0,507	0,732
C2	Repaso	11,858	13	0,758	0,694
			15	0,682	0,552
			17	0,469	0,617
			19	0,565	0,645
<b>Escala II estrategias de codificación de información</b>					
C1	Elaboración	26,209	13	0,696	0,815
			16	0,592	0,724
			17	0,514	0,827
			18	780	0,818
			20	0,765	0,8
			24	0,467	0,736
			5	0,427	0,768
			6	0,535	0,749
			7	0,616	0,783
			8	0,815	0,716
22	0,509	0,856			
<b>Escala III estrategias de recuperación de información</b>					
C1	Codificación	35,785	10	0,739	0,648
			12	0,855	0,809
			15	0,781	0,714
			6	0,605	0,805
			8	0,677	0,537
C2	Nemotecnias	10,652	9	0,614	0,497
			13	0,564	0,65
			2	0,723	0,658
			4	0,751	0,587
<b>Escala IV estrategias de apoyo al procesamiento (socioafectivas y metacognitivas)</b>					
0,8 mm	Socioafectivas	25,269	17	0,519	0,789
			23	0,814	0,828
			25	0,586	0,759
			26	0,668	0,755
			29	0,84	0,797
			33	0,566	0,739
			34	0,556	0,698
			35	0,684	0,702
			6	0,44	0,868
			8	0,428	0,715
C2	Autoconocimiento	8,404	21	0,486	0,82
			32	0,651	0,741
			4	0,783	0,71
			5	0,592	0,891
			7	0,758	0,845

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.3. Componentes principales pretest grupo B

Escalas/ componentes	Nombre asignado	% de varianza acumulada	Ítems que lo definen	Pesos factoriales	Cm
<b>Escala I estrategias de adquisición de información</b>					
C1	Repetición	28,944	12	0,703	0,604
			15	0,79	0,702
			14	0,454	0,869
			16	0,654	0,521
			17	0,55	0,678
			5	0,655	0,738
			8	0,502	0,693
C2	Repaso	10,811	10	0,855	0,888
			18	0,817	0,799
			19	0,591	0,883
			2	0,472	0,734
<b>Escala II estrategias de codificación de información</b>					
C1	Afianzamiento	16,675	31	0,835	0,862
			8	0,711	0,7
			29	0,616	0,814
			25	0,533	0,749
			10	0,419	0,761
C2	Aplicación	9,103	26	0,824	0,774
			4	0,722	0,778
			12	0,512	0,75
			22	-0,581	0,801
<b>Escala III estrategias de recuperación de información</b>					
C1	Asociación	31,065	11	0,686	0,572
			13	0,759	0,817
			7	0,693	0,609
			9	0,75	0,795
<b>Escala IV estrategias de apoyo al procesamiento (socioafectivas y metacognitivas)</b>					
C1	Socioafectivas	25,42	19	0,703	0,777
			20	0,707	0,711
			21	0,855	0,798
			25	0,607	0,773
			27	0,479	0,895
			28	0,657	0,822
			29	0,575	0,79
			30	0,801	0,794
			32	0,548	0,835
			33	0,445	0,764
			34	0,756	0,901
35	0,8	0,769			

Fuente: elaboración propia.

La escala de estrategias de recuperación de la información para el grupo A contiene dos componentes: codificación y nemotecnias, con el 35,7 y 10,6 % del total de la varianza acumulada, respectivamente (tabla 3.2). Esta escala para el grupo B contiene un solo componente llamado asociación con una varianza del 31 % (tabla 3.3). Por último, la escala de apoyo al procesamiento para el grupo A la conforman dos componentes: socioafectivas y autoconocimiento, las cuales obtienen una varianza total acumulada del 25 y 8,4%, respectivamente (tabla 3.2). La misma escala para el grupo B reporta un componente llamado socioafectivas con una varianza del 25,42 % (tabla 3.3).

### **Postest grupos A y B**

En el postest, en la escala I de estrategias de adquisición de información, tanto para el grupo A como el grupo B, se retuvieron 2 componentes. En el grupo A, a estos componentes se les llamó subrayado y repaso. El componente subrayado, con un porcentaje de varianza del 25,16 %, agrupa 3 estrategias 6, 9 y 16 que lo definen. El segundo componente, llamado repaso, tiene una varianza del 10,47 % y lo integran las estrategias 7, 13 y 14 (véase la tabla 3.4).

Por el contrario, para el grupo B, pese a que la escala I también la forman dos componentes, el primero de estos se llama repaso, con un porcentaje de varianza del 25 % y agrupa las estrategias 12, 14, 17, 4 y 9, respectivamente. En lo que al segundo componente se refiere, repetición, representa el 10,47 % del total de la varianza acumulada y lo definen las tácticas 15, 5, 10 y 19 (véase la tabla 3.5).

La escala II de estrategias de codificación de la información reporta para el grupo A dos componentes. El primero de ellos denominado elaboración, con una varianza del 26,47 % y agrupa las estrategias 13, 18, 20, 5, 8, 1, 21, 22, 19 y 23, respectivamente. El segundo componente, denominado nemotecnias, representa el 8,49 % del total de la varianza y reúne las estrategias 26, 29, 30 y 31 (véase la tabla 3.4). Por otro lado, para el grupo B en esta escala II, se reporta solo un componente denominado elaboración, con una varianza del 21,3 % y lo definen las estrategias 25, 10, 4, 2, 23 y 6 (véase la tabla 3.5).

Con respecto a la escala III, estrategias de recuperación de la información, el grupo A reporta un solo componente, llamado búsqueda, el cual representa el 34,4 % del total de la varianza y es definido por las tácticas 10, 12, 13, 4, 11 y 3 (véase la tabla 3.4). El grupo B en esta misma escala también obtiene un solo

Tabla 3.4. Componentes principales postest grupo A

Escalas/ componentes	Nombre asignado	% de varianza acumulada	Ítems que lo definen	Pesos factoriales	Cm
<b>Escala I estrategias de adquisición de información</b>					
C1	Subrayado	25,16	6	0,797	0,768
			9	0,659	0,794
			16	0,743	0,772
C2	Repaso	10,477	7	0,546	0,795
			13	0,798	0,661
			14	0,703	0,778
<b>Escala II estrategias de codificación de información</b>					
C1	Elaboración	26,475	13	0,468	0,733
			18	0,685	0,733
			20	0,456	0,743
			5	0,418	0,836
			8	0,678	0,661
			1	0,811	0,747
			21	0,774	0,763
			22	0,701	0,78
			19	0,492	0,792
			23	0,612	0,863
C2	Nemotecnias	8,49	26	0,5	0,776
			29	0,47	0,902
			30	0,758	0,737
			31	0,796	0,771
<b>Escala III estrategias de recuperación de información</b>					
C1	Búsqueda	34,426	10	0,552	0,656
			12	0,425	0,696
			13	0,402	0,527
			4	0,514	0,75
			11	0,73	0,639
			3	0,796	0,797
<b>Escala IV estrategias de apoyo al procesamiento (socioafectivas y metacognitivas)</b>					
C1	Autoconocimiento	24,838	23	0,631	0,698
			29	0,693	0,754
			35	0,711	0,719
			8	0,408	0,785
			2	0,747	0,835
C2	Planificación	7,73	17	0,72	0,685
			21	0,58	0,808
			13	0,728	0,836
			16	0,596	0,719
C3	Contradistractoras	6,894	6	0,522	0,65
			7	0,409	0,782
			22	5,68E-05	0,78
			24	0,453	0,526

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.5. Componentes principales postest grupo B

Escalas/ componentes	Nombre asignado	% de varianza acumulada	Ítems que lo definen	Pesos factoriales	Cm
<b>Escala I estrategias de adquisición de información</b>					
C1	Repaso	25,16	12	0,609	0,55
			14	0,431	0,533
			17	0,785	0,684
			4	0,734	0,744
			9	0,642	0,745
C2	Repetición	10,477	15	0,53	0,725
			5	0,637	0,638
			10	0,657	0,758
			19	0,769	0,83
<b>Escala II estrategias de codificación de información</b>					
C1	Elaboración	21,326	25	0,575	0,696
			10	0,655	0,727
			4	0,826	0,793
			2	0,403	0,809
			23	0,668	0,765
6	0,673	0,782			
<b>Escala III estrategias de recuperación de información</b>					
C1	Hacer	8,716	11	0,55	0,61
			13	0,524	0,727
			9	0,634	0,607
			5	0,446	0,588
			6	0,602	0,566
			1	0,631	0,651
			4	0,697	0,765
			8	0,451	0,732
<b>Escala IV estrategias de apoyo al procesamiento (socioafectivas y metacognitivas)</b>					
C1	Autoconocimiento	34,735	19	0,433	0,748
			27	0,649	0,816
			5	0,687	0,654
			22	0,827	0,807
			24	0,481	0,881
			31	0,431	0,786
			6	0,571	0,694
			7	0,419	0,861
			9	0,609	0,602
18	0,573	0,861			

Fuente: elaboración propia.

componente, denominado hacer, que representa el 8,7% del total de la varianza y agrupa las tácticas 11, 13, 9, 5, 6, 1, 4 y 8 (véase la tabla 3.5).

Finalmente, la escala IV de estrategias de apoyo al procesamiento que involucra tanto estrategias socioafectivas como metacognitivas, para el grupo A se reportan tres componentes principales así: un primer componente con el nombre de autoconocimiento con una varianza del 24,8% y es definido por las tácticas 23, 29, 35, 8 y 2. El segundo componente, denominado planificación, representa el 7,7% del total de la varianza, lo conforman las estrategias 17, 21, 13 y 16. Y a un tercer componente llamado contradistractoras, con el 6,8% del total de la varianza, lo definen las tácticas 6, 7, 22 y 24 (véase la tabla 3.4). Por el contrario, el grupo B en esta última escala solo reporta un componente, con el nombre de autoconocimiento, el cual representa el 34,7% del total de la varianza acumulada y se encuentra definido por las tácticas 19, 27, 5, 22, 24, 31, 6,7, 9 y 18, respectivamente (véase la tabla 3.5).

### Análisis de normalidad

Con el fin de verificar la normalidad de los datos, se analizó cada grupo y al considerar su tamaño muestral  $N = 41$  se empleó la prueba Shapiro Wilk (Romero-Saldaña, 2016). Para validar la normalidad de la muestra se consideró el valor del nivel de significancia, de tal manera que si es menor ( $>$ ) que ( $<$ ) 0,05 la distribución no es normal, pero si el nivel de significancia es mayor ( $>$ ) que 0,05 la distribución es normal.

Se consideró las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula ( $H_0$ ): los datos presentan una distribución normal.
- Hipótesis alterna ( $H_a$ ): los datos no presentan una distribución normal.

En la tabla 3.6 se reportan los estadísticos descriptivos, de las variables estudiadas, al igual que los datos de la prueba de normalidad. Los cuatro periodos académicos (P1, P2, P3 y P4) y la escala ACRA de adquisición (inicial y diferencia) no presentan una distribución normal, con un nivel de significancia en cada caso con valores menores que ( $<$ ) 0,05. Por el contrario, las variables examen y las diferentes escalas del test ACRA (inicial, final y su diferencia), al presentar valores de significancia mayores ( $>$ ) que 0,05, se comportan de manera normal.

Tabla 3.6. Prueba de normalidad

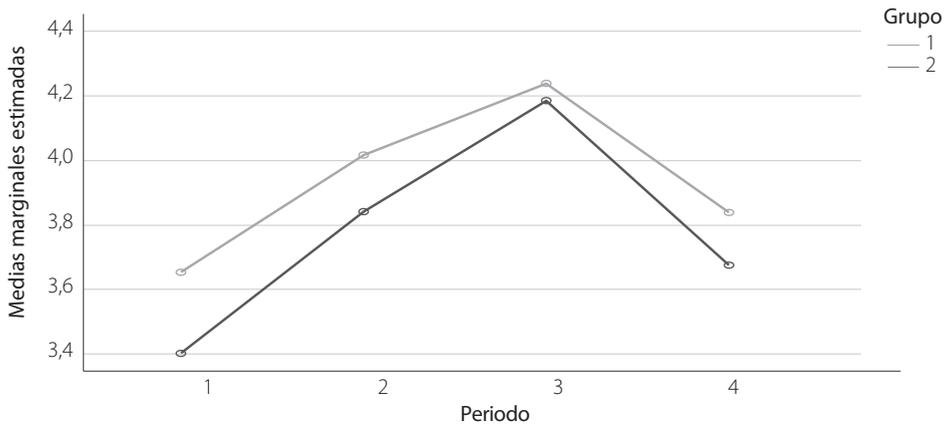
Shapiro-Wilk				
Variable	Grupo	Estadístico	gl	Sig.
examen	1	0,966	41	0,256
	2	0,971	41	0,374
p1	1	0,96	41	0,161
	2	0,917	41	0,006
p2	1	0,924	41	0,009
	2	0,91	41	0,003
p3	1	0,939	41	0,029
	2	0,928	41	0,012
p4	1	0,93	41	0,014
	2	0,955	41	0,106
Adqui_i	1	0,906	41	0,002
	2	0,972	41	0,394
Codif_i	1	0,977	41	0,553
	2	0,961	41	0,164
Recup_i	1	0,984	41	0,821
	2	0,968	41	0,297
Proces_i	1	0,964	41	0,224
	2	0,988	41	0,947
Adqui_f	1	0,967	41	0,267
	2	0,968	41	0,3
Codif_f	1	0,954	41	0,097
	2	0,945	41	0,046
Recup_f	1	0,966	41	0,258
	2	0,979	41	0,636
Proces_f	1	0,961	41	0,175
	2	0,981	41	0,71
D_Adqui	1	0,934	41	0,02
	2	0,986	41	0,879
D_Codif	1	0,988	41	0,927
	2	0,976	41	0,543
D_Recup	1	0,975	41	0,497
	2	0,971	41	0,381
D_Proces	1	0,983	41	0,804
	2	0,96	41	0,158
ACRA_i	1	0,975	41	0,506
	2	0,966	41	0,253
ACRA_f	1	0,955	41	0,106
	2	0,97	41	0,355

Fuente: elaboración propia.

Como los valores de periodos son no normales, se realiza una prueba no paramétrica (Mann-Whitney) para confirmar si hay diferencia en las calificaciones por periodo diferenciadas por grupo, los resultados obtenidos indican que no hay diferencias significativas.

En la figura 3.2 se observa que los dos grupos no son diferentes, aunque sí hay diferencias por periodo, motivo por el cual se realiza la prueba de Friedman, para determinar si las diferencias son significativas. El resultado de la prueba (nivel de significancia de 0,000, menor de 0,05) indica que sí hay diferencias significativas entre periodos.

Figura 3.2. Medias marginales estimadas grupo 1 y grupo 2



Fuente: elaboración propia.

Al realizar comparaciones por parejas como se muestra en la tabla 3.7, los estadísticos arrojan la existencia de 4 diferencias significativas: p1-p2; p1-p3; p4-p3 y p2-p3.

Tabla 3.7. Comparaciones por parejas

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. error	Desv. estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada
p1-p4	-,372	,202	-1,845	,065	,390
p1-p2	-,756	,202	-3,750	,000	,001
p1-p3	-1,360	,202	-6,744	,000	,000
p4-p2	,384	,202	1,905	,057	,340
p4-p3	,988	,202	4,899	,000	,000
p2-p3	-,604	,202	-2,994	,003	,017

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se relacionan los resultados del ANOVA (véase la tabla 3.8) para las variables con distribución normal.

Tabla 3.8. ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Adqui_i	Entre grupos	824,390	1	824,390	3,249	,075
	Dentro de grupos	20300,678	80	253,758		
	Total	21125,068	81			
Codif_i	Entre grupos	18,274	1	18,274	,095	,758
	Dentro de grupos	15325,443	80	191,568		
	Total	15343,717	81			
Recup_i	Entre grupos	127,085	1	127,085	,424	,517
	Dentro de grupos	23953,040	80	299,413		
	Total	24080,126	81			
Proces_i	Entre grupos	1271,180	1	1271,180	5,751	,019
	Dentro de grupos	17681,456	80	221,018		
	Total	18952,635	81			
Adqui_f	Entre grupos	944,749	1	944,749	5,044	,027
	Dentro de grupos	14983,875	80	187,298		
	Total	15928,625	81			
Codif_f	Entre grupos	745,892	1	745,892	3,473	,066
	Dentro de grupos	17181,290	80	214,766		
	Total	17927,182	81			
Recup_f	Entre grupos	1441,025	1	1441,025	4,848	,031
	Dentro de grupos	23778,582	80	297,232		
	Total	25219,607	81			
Proces_f	Entre grupos	1256,225	1	1256,225	4,151	,045
	Dentro de grupos	24213,440	80	302,668		
	Total	25469,664	81			
examen	Entre grupos	,780	1	,780	,976	,326
	Dentro de grupos	64,004	80	,800		
	Total	64,785	81			

Fuente: elaboración propia.

A través del ANOVA, se busca verificar si hay diferencias en ACRA y el examen entre grupos. Los resultados demuestran la existencia de 4 diferencias significativas: el procesamiento inicial entre grupos, la adquisición final entre grupos, recuperación final entre grupos y procesamiento final entre grupos. Existen dos tendencias, estas son: adquisición inicial entre grupos y codificación final entre grupos. Por el contrario, la codificación inicial, recuperación inicial y el examen no arrojan diferencias entre grupos.

Continuando con el análisis estadístico, y para determinar si la intervención se relaciona con los cambios en los factores de ACRA, en la tabla 3.9 se aprecia que para ningún factor la diferencia entre grupos es significativa.

Tabla 3.9. **Pruebas multivariante**

	<b>Efecto</b>	<b>Valor</b>	<b>F</b>	<b>gl de hipótesis</b>	<b>gl de error</b>	<b>Sig.</b>
Intersección	Traza de Pillai	,081	1,687 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,162
	Lambda de Wilks	,919	1,687 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,162
	Traza de Hotelling	,088	1,687 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,162
	Raíz mayor de Roy	,088	1,687 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,162
Grupo	Traza de Pillai	,036	,719 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,582
	Lambda de Wilks	,964	,719 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,582
	Traza de Hotelling	,037	,719 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,582
	Raíz mayor de Roy	,037	,719 <sup>b</sup>	4,000	77,000	,582

b. Estadístico exacto

Fuente: elaboración propia.

Los niveles de significancia presentes en las tablas 3.10 y 3.11 son un indicativo de la inexistencia de diferencias debidas a la intervención pedagógico-didáctica.

Tabla 3.10. Prueba de efectos intersujetos

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F
Modelo corregido	D_Adqui	4,099 <sup>a</sup>	1	4,099	,009
	D_Codif	530,669 <sup>b</sup>	1	530,669	1,219
	D_Recup	712,229 <sup>c</sup>	1	712,229	1,262
	D_Proces	,044 <sup>d</sup>	1	,044	,000
Intersección	D_Adqui	190,549	1	190,549	,398
	D_Codif	982,716	1	982,716	2,257
	D_Recup	41,497	1	41,497	,074
	D_Proces	51,148	1	51,148	,090
Grupo	D_Adqui	4,099	1	4,099	,009
	D_Codif	530,669	1	530,669	1,219
	D_Recup	712,229	1	712,229	1,262
	D_Proces	,044	1	,044	,000
Error	D_Adqui	38280,352	80	478,504	
	D_Codif	34826,076	80	435,326	
	D_Recup	45131,690	80	564,146	
	D_Proces	45387,357	80	567,342	
Total	D_Adqui	38475,000	82		
	D_Codif	36339,461	82		

a. R al cuadrado ajustada Adqui

b. R al cuadrado ajustada Codif

c. R al cuadrado ajustada Recup

d. R al cuadrado ajustada Proces

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.11. Pruebas de efectos intersujetos

Origen	Variable dependiente	Sig
Modelo corregido	D_Adqui	0,926
	D_Codif	0,273
	D_Recup	0,265
	D_Proces	0,993
Intersección	D_Adqui	0,53
	D_Codif	0,137
	D_Recup	0,787
	D_Proces	0,765
Grupo	D_Adqui	0,926
	D_Codif	0,273
	D_Recup	0,265
	D_Proces	0,993
Error	D_Adqui	
	D_Codif	
	D_Recup	
	D_Proces	

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

A partir de los hallazgos encontrados en la presente investigación, y teniendo en cuenta que su objetivo principal es estimular el desarrollo de habilidades metacognitivas en los estudiantes de grado séptimo con el fin de mejorar su rendimiento académico en ciencias naturales, los resultados de este estudio no son contundentes con respecto al desarrollo de habilidades metacognitivas en los estudiantes que participaron en el proceso.

De hecho, los resultados aportados dan cuenta de las dificultades que presentan los estudiantes en las distintas fases: adquisición, codificación, recuperación y apoyo al procesamiento de la información al momento de estudiar. Por tal motivo, podría decirse que los estudiantes son poco estratégicas a la hora de aprender. Esta situación impide que la nueva información se pueda procesar de manera adecuada, lo que afecta todo el proceso de fijación en la memoria a largo plazo y, por ende, el aprendizaje. Estos hallazgos guardan relación con los reportados por Agualimpia y Suárez (2020); Enríquez (2006); Román y Gallego (1994).

De igual manera, pese a que se recomienda incluir el componente metacognitivo en el aula Bustingorry y Jaramillo (2008), se cuestiona la enseñanza explícita y deliberada de esta en contextos de aprendizaje, ya que, según Nickerson *et al.* (1994), citados por Valenzuela (2019), las personas no aprenden cómo aprender como resultado de un esfuerzo deliberado por enseñar esa habilidad de modo explícito y consciente, sino que el aprendizaje se da de manera contextual y relacionada a otros saberes y habilidades.

Por otra parte, las dificultades que presentan las estudiantes en cada una de las fases del procesamiento de la información al momento de estudiar, además de ser un indicativo de su falta de conocimiento en el uso de estrategias, podría ser una de las causas que afecta su aprendizaje y su desempeño académico. Al respecto, Agualimpia y Suárez (2020), en su investigación, encontraron que los estudiantes no cuentan con herramientas sólidas en tácticas que les permitan aprender. Además, las mismas autoras afirman que al haber una mala utilización de tácticas durante la adquisición de la información, se ve alterado todo el proceso de aprendizaje. Esto es acorde con lo que en este estudio se halla.

Ahora bien, en lo que a metacognición respecta, se podría decir que en la población estudiantil, que participó en esta investigación, la esfera metacognitiva

aún no se encuentra funcionando; el ser poco estratégico da cuenta de ausencia en procesos de autorregulación y, por tanto, de metacognición, aun así, es importante tener en cuenta, y como lo plantea Martínez (2011), la metacognición se puede lograr, pero es necesario tener toda una planeación tendiente a ese fin; además, se requiere de autoconocimiento, de analizar y examinar las propias realizaciones, así como identificar aciertos, limitaciones, fortalezas y debilidades, entre otros aspectos. El uso de estrategias de aprendizaje y apreciar logros, así como también corregir fracasos y errores, contribuye a que se desarrolle la metacognición.

Sin embargo, llama la atención que en los resultados un porcentaje muy bajo de la varianza total acumulada al parecer da cuenta de algo del proceso metacognitivo en uno solo de los grupos con los cuales se desarrolló la presente investigación: el grupo A.

El hecho de que no se haya encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el grupo con aprendizaje autorregulado con respecto al que no tuvo intervención podría deberse a varias razones que exponemos a continuación. Una es que gradualmente, y de forma natural, aunque más lenta, los escolares logran alcanzar habilidades metacognitivas (Aragón y Caicedo, 2009; Campanario, 2000; Enríquez, 2006; Ladino y Tovar, 2005; Revel y González, 2007; Román y Gallego, 1994; Tovar, 2008). Otro aspecto que tiene incidencia es el tiempo de la intervención que, para el caso de la presente investigación, fue muy poco, y es bien sabido que el desarrollo de la metacognición es un proceso lento que requiere tiempo y entrenamiento.

## **Conclusiones**

En este trabajo se estimuló el desarrollo de habilidades metacognitivas en las estudiantes de grado séptimo, en pro del mejoramiento de su rendimiento académico en ciencias naturales. Entre los hallazgos más importantes en este estudio se encuentran: por un lado, el identificar que el desarrollo de habilidades metacognitivas es un proceso que, además de entrenamiento, en el aula de clases, también requiere de tiempo, el cual varía de un individuo a otro; por otro lado, las estudiantes carecen de una formación sólida en el uso de estrategias y herramientas que les facilite su proceso de aprender a aprender. Finalmente,

tanto la metacognición como la metodología de enseñanza-aprendizaje empleadas, al parecer, no tienen incidencia en el rendimiento académico. Aun así, los resultados obtenidos en este estudio no son del todo concluyentes por el poco tiempo de intervención, se recomienda, por tanto, más investigación que contemple una intervención en el aula por más tiempo y permita así contrastar su efectividad.

## Referencias

- Agualimpia, C. y Suárez, S. (2020). *Estrategias de aprendizaje en estudiantes de los grados noveno y décimo de un colegio público en el municipio de Girón* (tesis), Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28504/3/2020\\_estrategias\\_aprendizaje\\_estudiantes.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/28504/3/2020_estrategias_aprendizaje_estudiantes.pdf)
- Alama, C. (2015). Hacia una didáctica de la metacognición. *Horizonte de la Ciencia*, 5(8) 77-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420477>
- Aldaz, H. y Nelson, M. (2010). La metacognición en la educación. <http://files.procesos.webnode.com/200000024-88a8d89419/El%20pensamiento%20en%20la%20escuela.pdf>.
- Aragón, E. L. y Caicedo, T. A. (2009). La enseñanza de estrategias metacognitivas para el mejoramiento de la comprensión lectora. Estado de la Cuestión. *Pensamiento Psicológico*, 5(12), 125-138.
- Aristizábal, R. É. D. y Ruiz, O. J. M. (2020). Manifestación de la metacognición (conocimiento metacognitivo y regulación metacognitiva) en el desempeño académico de los estudiantes del grado noveno de básica secundaria de la Institución Educativa Villa de la Candelaria (IEVC) en el área de ciencias naturales. <https://repositorio.tdea.edu.co/bitstream/handle/tdea/1166/Manifestacion%20metacognicion.pdf?sequence=1>
- Badii, M. H. y Castillo, J. (2009). Distribuciones probabilísticas de uso común. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 4(1): 149-178. [http://www.spentamexico.org/v4-n1/4\(1\)%20149-178.pdf](http://www.spentamexico.org/v4-n1/4(1)%20149-178.pdf)
- Bustingorry, O. S. y Jaramillo, M. S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos*, xxxiv(1), 187-197. <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=173514135011>

- Bustingorry, S. y Jaramillo, M. S. (2021). Competencias básicas. Procesos metacognitivos en el currículum de ciencias naturales a nivel de educación general básica (pp. 1-25). *Congreso Iberoamericano de Educación, Metas*. Buenos Aires. [http://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/COMPETENCIASBASICAS/RLE2604\\_Jaramillo.pdf](http://www.adeepra.org.ar/congresos/Congreso%20IBEROAMERICANO/COMPETENCIASBASICAS/RLE2604_Jaramillo.pdf).
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Rev. Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 369-380. doi:10.5565/rev/ensciencias.4025
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Castelló, M. y Monereo, C. (1996). Un estudio empírico sobre la enseñanza y el aprendizaje de estrategias para la composición escrita de textos argumentativos. *Infancia y Aprendizaje*, 74, 39-55.
- Chadwick, C. y Rivera, N. (1991). *Evaluación formativa para el docente*. Paidós Educador.
- Correa, Z. et. al. (2004). Estudio descriptivo de las estrategias cognitivas y metacognitivas de los alumnos y alumnas de primer año de pedagogía enseñanza media de la universidad del Bío-Bío. *Theoria*, 13, 103-110.
- Díaz, A. Y. y González, M. D. (2006). La importancia de promover en el aula estrategias de aprendizaje para elevar el nivel académico de los estudiantes de psicología. Centro Universitario José Martí Pérez. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1681-5653.
- Donolo, D., Chiecher, A. y Rinaudo, M. C. (2004). Estudiantes, estrategias y contextos de aprendizaje presenciales y virtuales. LatinEduca2004.com. *Primer Congreso Virtual Latinoamericano de Educación a Distancia*.
- Enríquez, C. L. (2006). *Estrategias de aprendizaje y rendimiento académico de las estudiantes del Instituto Superior Pedagógico Público de Educación Inicial*. Universidad Antonio Ruiz de Montoya. [siep.org.pe/archivos/up/113.doc](http://siep.org.pe/archivos/up/113.doc)
- Fabbi, M. V. y Farela, P. (2013). Conocimiento metacognitivo y procesos reflexivos. v *Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología xx Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur*. Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring. A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. [http://jwilson.coe.uga.edu/EMAT7050/Students/Wilson/Flavell%20\(1979\).pdf](http://jwilson.coe.uga.edu/EMAT7050/Students/Wilson/Flavell%20(1979).pdf)
- Fomento Fundación Centro de Bachillerato. (2000). Manual de técnicas de estudio. Lugar y año desconocidos. Departamento de Orientación. <http://www.fomento->

fundacion.com/bacff/alumno/departamentos/orientacion/estrategias%20de%20 estudio.pdf

Gelman, S. y Legare, C. (2011). Concepts and folk theories. *Annual Review of Anthropology*, 40, 379-398. <https://dx.doi.org/10.1146%2Fannurev-anthro-081309-145822>

Grotzer, T. y Mittlefehldt, S. (2012). The role of metacognition in students' understanding and transfer of explanatory structures in science. En A. Zohar y Y. Dori (eds.), *Metacognition in science education. Trends in current research* (pp. 79-99). Springer

Iwai, Y. (2011). The effects of metacognitive reading strategies: Pedagogical implications for EFL/ESL teachers. *The Reading Matrix*, 11(2).

Joshua, S. y Dupin, J. (2005). *Introducción a la didáctica de las ciencias y la matemática*. Colihue.

Juárez, L., Pichardo, S., Escoto y Luna Montijo E. (2015). Confiabilidad y validez de la escala de estrategias de aprendizaje ACRA en estudiantes universitarios del Estado de México. *Revista Investigación y Práctica en Psicología del Desarrollo*, (1). <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32743/CV-ACRA-RIPP.pdf>

Kampourakis, K. (2014). *Understanding evolution*. Cambridge University Press.

Ladino O. Y. y Tovar G. J. (2005). *Evaluación de las estrategias metacognitivas, para la comprensión de textos científicos*. Universidad Pedagógica Nacional, Enseñanza de las Ciencias. Número Extra. VII Congreso. oai:ddd.uab.cat:82422

Luque Arapa, M. W. (2006). Estrategias de metacognición. <http://files.procesos.web-node.com/200000014-6398264941/estrategias-metacognicion.pdf>

Malmberg, J., Järvelä, S., Järvenoja, H. y Panadero, E. (2015). Promoting socially shared regulation of learning in CSCL: Progress of socially shared regulation among high- and low-performing groups. *Computers in Human Behavior*, 52, 562-572.

Millis, B. (2016). Using metacognition to promote learning. *Idea Paper*, 63. [https://idea-content.blob.core.windows.net/content/sites/2/2020/01/PaperIDEA\\_63.pdf](https://idea-content.blob.core.windows.net/content/sites/2/2020/01/PaperIDEA_63.pdf)

Monereo, C. (1995). Enseñar a conciencia: ¿Hacia una didáctica metacognitiva? *Aula de Innovación Educativa*, (34), 74-80.

Monsalve, R. M. A. (2019). *La metacognición como vía para identificar y promocionar el talento* (tesis de maestría), Universidad de Antioquia. [https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/15161/4/MonsalveMonica2019\\_Talento%2C%20Capacidad%2C%20Metacognicion.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/15161/4/MonsalveMonica2019_Talento%2C%20Capacidad%2C%20Metacognicion.pdf)

Nickerson, R., Perkins, D. y Smith, E. (1994). *Enseñar a pensar: aspectos de la actitud intelectual*. Lawrence Erlbaum.

- Osses, S. y Jaramillo, S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos*, xxxiv(1), 187-197. <http://www.scielo.cl/pdf/estped/v34n1/art11.pdf>
- Osses-Bustingorry, S. E., Carrasco-Delgado, L. E. y Gálvez-Nieto, J. L. (2018). *Estudios Pedagógicos*, XLIV(1), 69-88. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/estped/v44n1/0718-0705-estped-44-01-00069.pdf>
- Pérez, L. y Beltrán, J. (2014). Estrategias de aprendizaje: función y diagnóstico en el aprendizaje adolescente. *Padres y Maestro*, 358, 34-38. <http://dx.doi.org/pym.i358.y2014.008>
- Pérez, G. y González, L. (2020). Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. *Revista Tecnè, Episteme, Didaxis TED*, (47), 235-249. [https://www.researchgate.net/publication/339916587\\_Actividades\\_para\\_fomentar\\_la\\_metacognicion\\_en\\_las\\_clases\\_de\\_biologia](https://www.researchgate.net/publication/339916587_Actividades_para_fomentar_la_metacognicion_en_las_clases_de_biologia)
- Proust, J. (2013). *The philosophy of metacognition. Mental agency and self-awareness*. Oxford University Press.
- Ramos, R. M. N. y Moreno, A. O. (2014) Procesos metacognitivos en la educación a distancia: el caso de la enseñanza de la psicología. *Revista Científica Electrónica de Psicología ICSA-UAEH*, (6).
- Revel, C. H. A. y González, G. L. (2007). Estrategias de aprendizaje y autorregulación. *latinoam.estud.educ.*, 3(2), 87-98.
- Román, S. J. M. y Gallego, R. (1994). Sagrario. Manual de escalas de estrategias de aprendizaje, ACRA.
- Romero, H. P. (2010). *Estrategias metacognitivas para el aprendizaje de la biodiversidad genética a nivel medio superior. El uso de mapas conceptuales* (tesis maestría), Universidad Nacional Autónoma de México. [http://portalacademico.cch.unam.mx/tesis\\_madems](http://portalacademico.cch.unam.mx/tesis_madems)
- Romero Saldaña, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo*, 6(3), 105-114.
- Saab, N., Van Joolingen, W. y Van Hout-Wolters, B. (2012). Support of the collaborative inquiry learning process: influence of support on task and team regulation. *Metacognition and Learning*, 7(1), 7-23.
- Sanz, R. L. J. (2012). *Psicología evolutiva y de la educación*. Centro Documentación de Estudio y Oposiciones. cede. [http://www.pir.es/temas\\_muestra\\_2011/10.PSEVOLUTIVAYEDUCACION.pdf](http://www.pir.es/temas_muestra_2011/10.PSEVOLUTIVAYEDUCACION.pdf)

- Solanilla J. A. (2019). *Estudio correlacional entre el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas con el rendimiento académico* (tesis), Universidad de Panamá. [http://up-rid.up.ac.pa/1762/1/jose\\_solanilla.pdf](http://up-rid.up.ac.pa/1762/1/jose_solanilla.pdf)
- Soto L., C. A. (2003). *Metacognición. Cambio conceptual y enseñanza de las ciencias*. Editorial Magisterio.
- Taraban, R. (2004). Analytic and pragmatic factors in college students metacognitive reading strategies. *Reading Psychology*, 25, 67-81.
- Tovar, G. J. (2008). Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. Universidad Antonio Nariño. *Revista Iberoamericana de Educación*, (46), 7-25.
- Valenzuela, M. Á. (2019). ¿Qué hay de nuevo en la metacognición? Revisión del concepto, sus componentes y términos afines. *Revista Educ. Pesqui.*, 45. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201945187571> <https://www.scielo.br/j/ep/a/xdq3qp56DwgLygx7BNKPXvy/?format=pdf>
- Veenman, M. V., Hout-Wolters, V., Bernadette, H. A. M. y Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and Learning*, 1(1), 3-14.
- Weinstein, L. E., Husman, J. y Dierking, D. R. (2000). Self-Regulation Interventions with a Focus on Learning Strategies. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich, M. Zeidner (eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 727-747). <https://doi.org/10.1016/B978-0121098902/50051-2>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780121098902500512>)
- Wirth, K. R. y Perkins, D. (2005). *Knowledge surveys: An indispensable course design and assessment tool*. Innovations in the Scholarship of Teaching and Learning. <http://www.macalester.edu/academics/geology/wirth/WirthPerkinsKS.pdf>

## Capítulo 4. Enseñanza sobre la flora del páramo: una estrategia fuera del aula\*

Edward Alexis Monroy Jáuregui  
Diana Marcela Villegas Moreno

Este artículo presenta la experiencia *in situ* de una estrategia pedagógica que tuvo por objeto favorecer la comprensión e importancia de la flora del páramo El Verdillo, a partir de una práctica de aproximación investigativa. Esta se llevó a cabo con 54 estudiantes de grado once del colegio Gabriel García Márquez (IED), de la localidad de Usme en Bogotá. La estrategia cuenta con un diseño metodológico de sistematización de experiencias que se desplegó en 5 fases, la cual tomó elementos del aprendizaje fuera del aula y del enfoque de aprendizaje basado en la investigación. Se abordaron conceptos relacionados con la flora del páramo El Verdillo a partir de una caracterización biológica de esta, con énfasis en el trabajo de campo y en la determinación de las plantas. Los resultados sugirieron que cuando el estudiante asumió el rol de investigador inmerso en un ecosistema de su entorno y desarrolló tareas propias del área disciplinar biológica, este adquirió motivación y fortaleció sus procesos de aprendizaje en conceptos asociados con la flora, posiblemente por el hecho de que la naturaleza *per se* fue su aula viva de aprendizaje.

### Introducción

El ambiente, entendido como el espacio en el que confluyen el biotopo y la biocenosis, es difícil de imaginar sin considerar las dinámicas antrópicas que allí intervienen. Por lo tanto, la huella que dejan las diversas formas de intervención en el territorio es resultado de la evolución de las culturas y sus estrategias de

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.4>

vida. Esta intervención ha llevado a la degradación actual de los ecosistemas, por lo que la escuela debe fomentar el desarrollo de habilidades científicas por medio de experiencias vivenciales que aproximen la capacidad investigativa a nuestros jóvenes, con el propósito de fortalecer saberes que les permita a las comunidades educativas conocer y empoderarse de sus territorios.

Uno de los ecosistemas más afectados por dichas dinámicas, pese a la importancia que tiene en la vida de los seres humanos, es el páramo (Hofstede, 2004). Este ecosistema posee unas condiciones físicas y bióticas que lo convierten en fuente permanente del recurso más importante para la supervivencia de los seres vivos: el agua (Luteyn, 1999). Esta característica, junto con su gran capacidad de almacenamiento y captación de carbono atmosférico a través de la retención de materia orgánica en sus suelos (Hofstede *et al.*, 2003), hace del páramo un ecosistema estratégico de amplia importancia nacional y global.

El páramo El Verdillo se encuentra ubicado en el complejo del páramo Cruz Verde - Sumapaz y se localiza en la cordillera Oriental, la cual geográficamente y administrativamente pertenece a Bogotá Distrito Capital, en especial, la zona de estudio se encuentra en el área rural de la quinta localidad, Usme. El colegio Gabriel García Márquez (IED) limita con este ecosistema, se ubica en la parte alta del barrio Villa Diana, en un área de expansión urbana, pero posee características propias de una tradición rural, como son la producción agrícola y la relación con el ambiente que, en este caso, es el páramo que bordea la zona por el oriente.

Esta múltiple relación geográfica, cultural y ambiental de los asentamientos barriales contiguos al colegio con el páramo El Verdillo hacen del área un entorno particular y obliga a considerar la problemática ambiental de manera prioritaria. Por tanto, desde la comunidad educativa se proponen acciones institucionales que se conviertan en herramientas para el conocimiento de la biodiversidad de este ecosistema y su conservación. En concordancia con lo anterior se planteó una estrategia pedagógica con estudiantes de básica secundaria, específicamente 54 jóvenes de grado once, con el fin de favorecer la comprensión e importancia de la flora del páramo, mediante una experiencia de investigación en campo.

Las dinámicas adversas en comunidades vulnerables son una constante en los contextos educativos locales. Ligada a esta problemática general, la enseñanza de las ciencias naturales en Bogotá se ve, en la mayoría de los casos,

limitada a clases magistrales tradicionales en las que se definen conceptos de forma aislada. Lo anterior solo permite obtener resultados previsibles que no ponen en evidencia el proceso educativo, ni se logra un aprendizaje que permita a los estudiantes reconocerse como actores de su territorio ni valorar la riqueza natural de su entorno. Por esto, el proyecto ambiental escolar (PRAE), llamado *Agua que no has de beber no la dejes correr*, está orientado hacia la protección del páramo, pero, a pesar de los avances que ha tenido el proyecto, no cuenta con un sustento académico en lo que se refiere al conocimiento de la biodiversidad de la zona y, por tanto, no se fortalecen procesos de enseñanza y aprendizaje. Debido a lo anterior, los estudiantes tienen la percepción de que lo aprendido en el aula no posee una utilidad práctica y que los conceptos vistos quedan aislados en un plano de abstracción que no logran vincular con la realidad.

En este sentido, este trabajo, que se desarrolló bajo el enfoque de aprendizaje basado en investigación, planteó la pregunta: ¿cómo vincular estudiantes de media vocacional en procesos investigativos para propiciar la comprensión de conceptos asociados a las ciencias naturales? En respuesta, y con las falencias ya mencionadas en torno a las metodologías, los recursos y lineamientos, es necesario proponer experiencias que aproximen al estudiante a establecer nuevas formas de relacionarse con el conocimiento. Para esto, se diseñó e implementó una estrategia pedagógica a partir de una experiencia que tuvo como aula de aprendizaje el ecosistema del páramo El Verdillo.

El objetivo general de esta investigación fue implementar una estrategia pedagógica que favoreciera la comprensión de la diversidad y la importancia de la flora del páramo El Verdillo, en estudiantes de secundaria. Como objetivos específicos se esperó fortalecer la comprensión de conceptos relacionados con la biodiversidad, elaborar un herbario en la institución educativa con las muestras recolectadas, robustecer las capacidades de observación, clasificación y análisis por medio de la recolección y determinación de muestras vegetales y elaborar una guía de campo didáctica con las angiospermas del territorio.

Estudios previos sugieren la importancia de la escuela en la formación de investigadores, así como en generar conocimientos de la biodiversidad dentro de las aulas para promover la conservación de los ecosistemas (Reis y Da Silva, 2019). Estos trabajos de área han formulado estrategias de enseñanza y aprendizaje aplicadas en diferentes contextos y edades escolares, las investigaciones

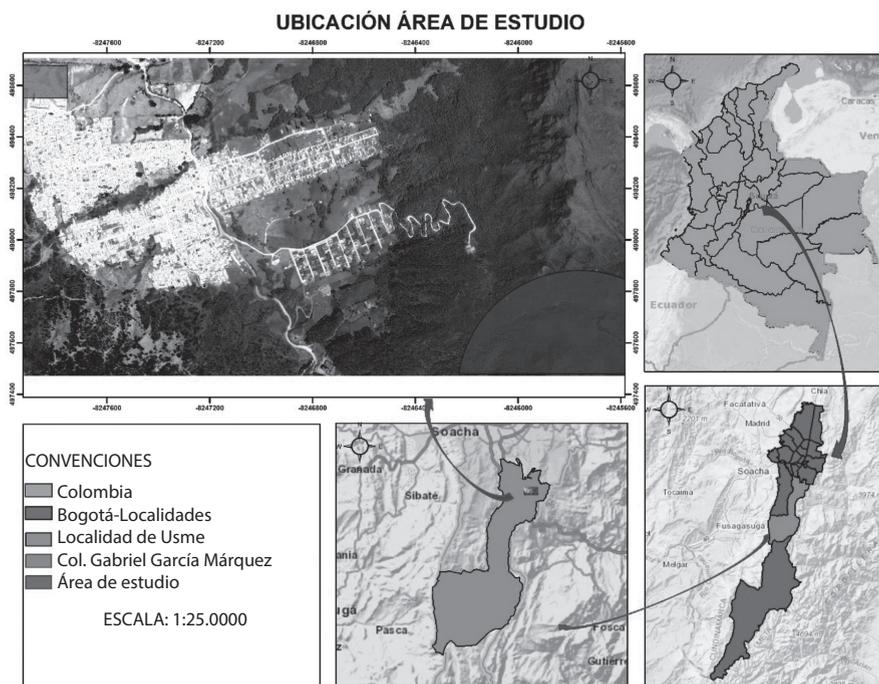
aplicaron diversos enfoques pedagógicos y variadas metodologías didácticas. Estos estudios de casos ilustran que la educación fuera del aula puede tener un impacto positivo en habilidades cognitivas y desempeños académicos (Otte *et al.*, 2019).

## Método

A partir de los propósitos de la investigación, este trabajo se enmarcó en el constructivismo como corriente pedagógica principal. También se apoyó en la pedagogía crítica, ya que es un modelo acorde con la concepción y mirada institucional plasmada en el proyecto educativo institucional que considera al estudiante como un sujeto activo. Así mismo, se concibe bajo un enfoque de aprendizaje basado en investigación, que consiste en la aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que tienen como propósito conectar la investigación con la enseñanza, además, estas permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos (Blackmore y Fraser, 2007). Finalmente, su implementación tomó algunos de los fundamentos del aprendizaje fuera del aula, ya que constituyó uno de los componentes fuertes en la implementación de la estrategia, dado que es el páramo el lugar en el que se llevó a cabo gran parte del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Esta experiencia educativa se desarrolló en Bogotá, Colombia, en la zona rural de Usme, unidad de planeación zonal (UPZ) La Flora. La implementación de la estrategia pedagógica se llevó a cabo en dos escenarios: el colegio Gabriel García Márquez (antes llamado Las Violetas) y un sector del páramo Cruz Verde, denominado por la comunidad como páramo El Verdillo (figura 4.1). Participaron 54 estudiantes que se encontraban en el nivel de educación media, jóvenes de grado once que oscilaban entre los 15 y los 17 años de edad y que estaban distribuidos en dos cursos; este número puede fluctuar a lo largo del año por diversas dinámicas sociales del territorio. Adicionalmente, varios estudiantes son víctimas del conflicto con complejas situaciones sociales comunes a los entornos educativos de Bogotá, tales como migración y desplazamiento forzado. La población que participó en el estudio fueron estudiantes con los que se desarrollaron actividades de docencia directa sin tener ninguna variable de exclusión, además, por tratarse de un número pequeño de estudiantes, se

Figura 4.1. Ubicación del área de estudio. Superior derecha, hacia abajo y a la izquierda: Colombia, Bogotá, Usme, colegio Gabriel García Márquez, páramo El Verdillo



Fuente: elaboración propia.

utilizó un muestreo no probabilístico y por conveniencia se incorporaron elementos estadísticos porcentuales.

El diseño metodológico de la investigación se inscribió bajo la modalidad de sistematización de experiencias educativas y se abordó desde una perspectiva de corte cualitativo, aunque también incluyó algunas herramientas para de análisis cuantitativo. Los momentos del proceso de investigación se desplegaron de manera secuencial, pero no necesariamente unidireccional, y guardaron relación con algunas fases sugeridas en modelos de sistematización (Jara, 2018). A continuación, se describen las etapas:

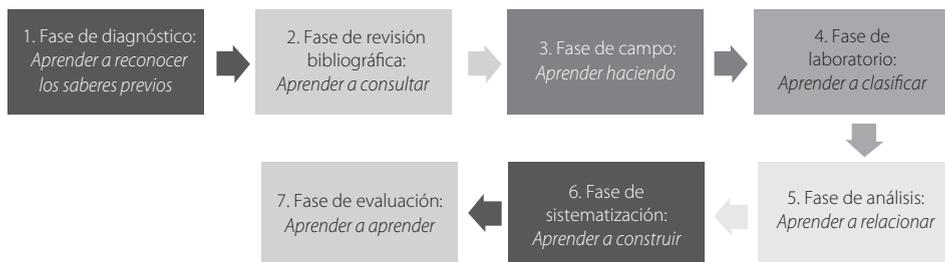
1. En la fundamentación teórica se identificaron las problemáticas asociadas a los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencias naturales. Para ello se revisaron antecedentes que se dividieron en tres categorías: globales, regionales y locales. Seguidamente se definieron

los referentes teóricos disciplinares (páramo, biodiversidad y flora) y los pedagógicos-didácticos ya señalados.

2. Durante el segundo momento se realizó una revisión del área geográfica de estudio, en este caso particular fue el ecosistema del páramo. Este momento fue imprescindible para el diseño metodológico de la estrategia didáctica, pues es recomendable delimitar el aula viva de aprendizaje considerando variables, tales como precipitación, altitud, extensión, humedad relativa, aspectos geográficos, flora y fauna, con el propósito de concretar los objetivos y conceptos de aprendizaje. Claramente es factible de replicar en otro tipo de ecosistemas en el ámbito local, regional o global.
3. Se procedió al diseño de la estrategia de aprendizaje. Esta fue proyectada para ser ejecutada durante un año en dos sesiones de clase semanales dentro de la asignatura institucional denominada Ecología, Ambiente e Investigación, dichas sesiones fueron complementadas con las jornadas de campo. El esquema de la propuesta se desplegó en siete etapas: diagnóstico, revisión bibliográfica, campo, laboratorio, análisis, sistematización y evaluación.

La implementación de cada una de las fases se socializó y adaptó con el grupo participante para efectos didácticos (figura 4.2). La primera consistió en la aplicación de la prueba diagnóstica para identificar conocimientos previos, detectar obstáculos de aprendizaje y caracterizar la población, además de la conformación de grupos mediante la herramienta Random Name Picker. Posteriormente, la fase dos incluyó la

Figura 4.2. Fases metodológicas de la estrategia pedagógica



Fuente: elaboración propia.

consulta, revisión y análisis de documentos, utilizando el método colaborativo Jigsaw, luego exposiciones, seguidas de una retroalimentación del docente y una guía de evaluación en la que se incorporó algunas herramientas tecnológicas para el aprendizaje y el conocimiento. Después, la fase tres incluyó salidas de campo, se realizaron tres salidas de campo por curso en jornadas de ocho horas cada una. El transecto o recorrido inició desde un punto llamado “La Alemana” (una vieja fábrica cervecera por la que recibe su nombre) y continuó por el sendero a la zona del subpáramo hasta ascender a la zona de páramo propiamente dicho, finalizando en dos sectores llamados “La Laguna” y “La Cueva de los Murciélagos”. A lo largo del recorrido se fijaron varios puntos de muestreo aleatorios. Para estas salidas se elaboraron fichas de campo y prensas para la recolección de muestras vegetales, finalmente los estudiantes elaboraron los diarios de campo. Luego, la cuarta fase incluyó la determinación y preparación de muestras vegetales recolectadas mediante su clasificación taxonómica, para esto se utilizaron guías de campo ilustradas, catálogos de flora y aplicaciones móviles (Naturalista, PlantNet) como herramienta de apoyo, así como algunas claves dicotómicas.

Posteriormente, la quinta fase estableció la relación de las especies determinadas con parte de su función en el ecosistema; el producto de este análisis fue un *visual note taking* elaborado por cada estudiante. Luego, en la fase seis se realizaron los montajes de las muestras para la construcción del herbario institucional y se inició la construcción de la guía de campo con la flora más representativa del páramo. Finalmente, en la fase siete se aplicó una prueba final. Un cambio sustancial en la aplicación de esta prueba fue que se realizó de forma virtual, utilizando la herramienta Google Forms, sin tener incidencia sobre las notas de la asignatura.

4. Paralelamente, la sistematización de los resultados consistió en tomar cada una de las herramientas recolectadas durante la puesta en marcha de la estrategia: pruebas diagnósticas, matriz de valoración para exposiciones, pruebas de retroalimentación, fichas de campo, prensas botánicas, diarios de campo, muestras vegetales determinadas y descritas, fotografías de plantas, pósteres (*visual note taking*) y pruebas finales.

Para cada una se determinaron variables que fueron tabuladas con herramientas cuantitativas, en Excel se realizó el recuento de los datos, los cuales se representaron mediante tablas, matrices y gráficos que permitieron medir parámetros descriptivos como la distribución de frecuencias, las medidas de tendencia central y la medida de variabilidad. De manera simultánea, se realizó una descripción cualitativa de cada una de los instrumentos. Se procedió a hacer un análisis mixto de los datos, por un lado, aquellas variables medibles, tales como asertividad en respuestas conceptuales, matrices numéricas de valoración o, por ejemplo, análisis textual de repetición de términos en respuestas abiertas. Y, por el otro, un análisis descriptivo de las aproximaciones conceptuales en las respuestas registradas por estudiante, así como la evaluación de herramientas no textuales, tales como las muestras vegetales y fotográficas.

5. Por último, se presentaron algunos productos didácticos (herbario) ante la comunidad educativa y se socializó la experiencia en la institución, también se construyó material audiovisual divulgado en el Foro Educativo Local de Usme y en el Foro Ambiental Distrital, ambos en modalidad virtual, dadas las condiciones de la pandemia. Este momento permitió reunir distintos aspectos que ayuden a mejorar la aplicación y continuidad de este proceso investigativo.

## Resultados

### *Fase de diagnóstico*

Los resultados en cada una de las fases se recolectaron desde el primer momento de la fundamentación e implementación de las actividades y se basaron principalmente en el material construido por los estudiantes que participaron en la investigación. La fase de diagnóstico permitió aproximarse a las condiciones sociales del grupo y su contexto, además de poder identificar fortalezas, como la habilidad de comprensión lectora, y reconocer algunos obstáculos en el aprendizaje, por ejemplo, el poco entendimiento sobre la fotosíntesis y la dificultad en relacionar el componente teórico con el práctico. Los saberes sobre ecosistema y origen evolutivo de las plantas son aparentemente comprendidos, mientras que algunos específicos como el del páramo, endemismo, grupos de

flora y hábitos de crecimiento fueron inconsistentes. De modo general, el promedio de respuestas acertadas en la prueba diagnóstica de la fase uno fue de 9,5/20 (véase la figura 4.3).

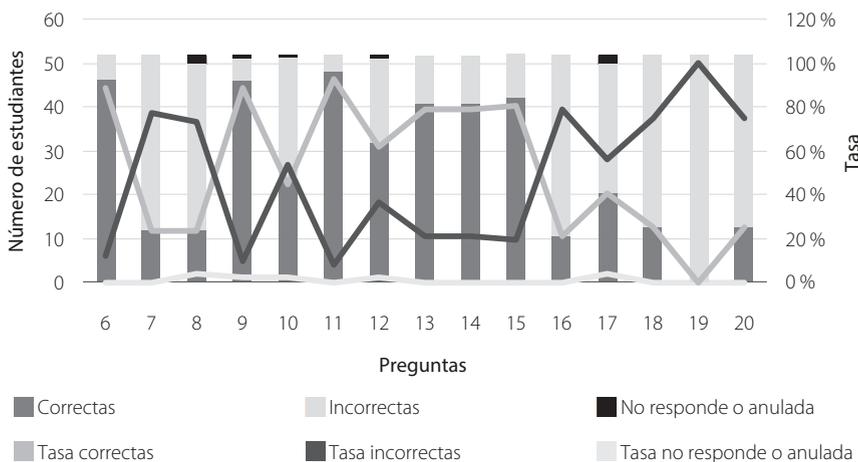
### *Fase de revisión bibliográfica*

Los resultados de la fase dos de implementación se orientaron en tres aspectos: la inclusión de herramientas tecnológicas para el aprendizaje y el conocimiento en el aula, la aplicación de trabajo cooperativo y colaborativo y las actividades de búsqueda, filtración y selección de fuentes de información académica. En el primer y tercer aspecto se incluyeron herramientas tecnológicas en el aula. En el segundo se registró que el 81,5% de los estudiantes aprobó la prueba que tenía por objeto evaluar el acierto de la metodología Jigsaw como herramienta para la comprensión de textos (véase la figura 4.4).

### *Fase de campo*

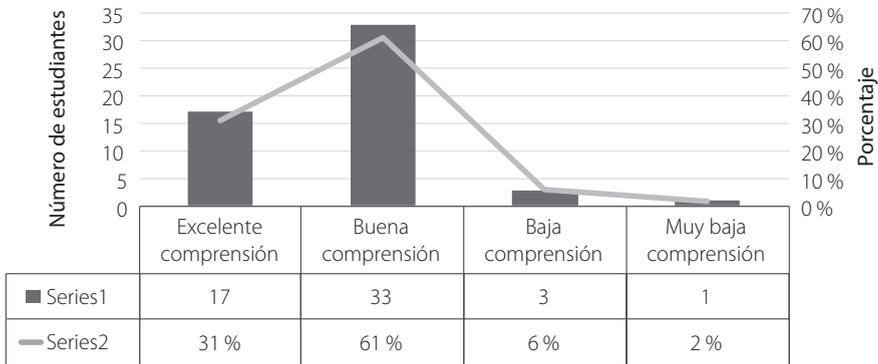
En la fase tres los estudiantes diligenciaron por cada grupo veinte fichas, en las que consignaron la información sobre el sitio de muestreo y se elaboraron doce

Figura 4.3. Resumen de respuestas en prueba diagnóstica de fase uno



Fuente: elaboración propia.

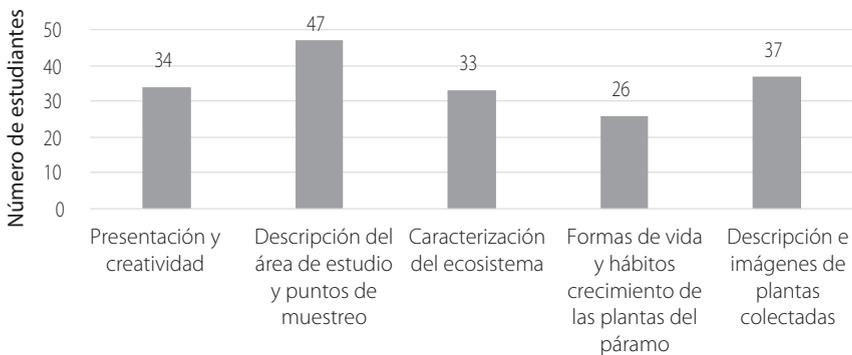
Figura 4.4. Evaluación de primer ejercicio de lectura utilizando metodología Jigsaw



Fuente: elaboración propia.

prensas botánicas. Se recolectaron aproximadamente 84 muestras por cada salida, para un total de 252 al finalizar la fase de campo. En la salida de campo se apoyaron en una guía denominada “El científico eres tú”. En los diarios de campo el 94% de los estudiantes describió correctamente el área de estudio. El 66% detalló alguna de las características del ecosistema de páramo, siendo la más recurrente la relacionada con la ubicación altitudinal y las bajas temperaturas. El 52% logró describir o hacer alusión a los hábitos de crecimiento y el 74% utilizó imágenes o fotografías de al menos cinco especies y realizó una descripción de estas (véase la figura 4.5).

Figura 4.5. Valoración de los diarios de campo, según matriz de evaluación



Fuente: elaboración propia.

### *Fase de laboratorio*

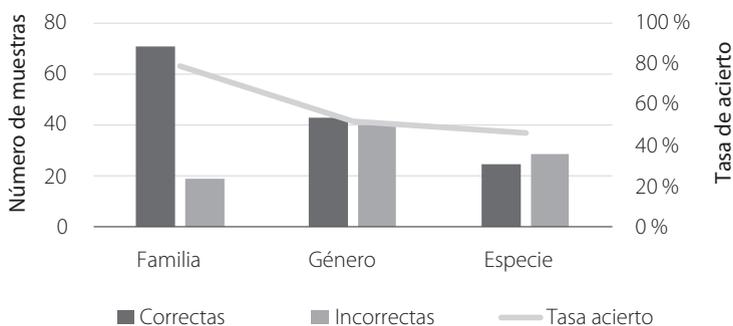
En esta fase, el mayor acierto se presentó al clasificar correctamente las plantas dentro de la categoría de familia (89,1%), seguido por el género (82,2%), mientras que la categoría de especie fue la menor (53,5%). La determinación de la flora del páramo El Verdillo por parte de los estudiantes y el docente registró 86 especies de angiospermas, pertenecientes a 51 géneros y 27 familias (véase la figura 4.6). Posterior a este ejercicio, se indago ¿cuál era el medio o herramienta que más le había facilitado identificar las especies seleccionadas?, tan solo el 9% señaló que usaron las claves dicotómicas, el 20%, aplicaciones móviles, mientras que el 70% comentó que fueron más útiles las guías ilustradas en físico o digital.

Al finalizar esta fase, cada estudiante describió cada una de las muestras a cargo, en las que 16 de estos incorporaron en su redacción algún elemento del lenguaje científico propio de la botánica. 18 describieron las plantas con un lenguaje coloquial, pero dando cuenta de las características más visibles de la muestra; 13 caracterizaron la planta usando atributos incorrectos, mientras que 4 copiaron textualmente la descripción de algún texto y finalmente 3 optaron por no realizar la descripción.

### *Fase de análisis*

En la fase cinco se evaluaron los *visual note taking* elaborados por los estudiantes individualmente con gran creatividad, en los que predominaron los esquemas

Figura 4.6. **Revisión de la clasificación taxonómica de flora, realizada por los estudiantes**



Fuente: elaboración propia.

e ilustraciones. Se registró que el 96 % de los estudiantes identificó características de las angiospermas, tales como tener flores, pertenecer a las plantas vasculares y poseer varias estrategias reproductivas. El establecimiento de algún tipo de relación de la flora con algunos atributos del ecosistema fue realizado por el 57 % de los alumnos representándolo por medio de conectores gráficos, mientras que el 53 % identificó alguna de las adaptaciones de las plantas de páramo asociadas a la forma y disposición de las hojas, hábitos de crecimiento, presencia de vellosidades, lento crecimiento y forma de roseta para la protección de hojas jóvenes.

### *Fase de sistematización*

En la fase seis se creó el espacio institucional denominado “Herbario del colegio Gabriel García Márquez”, como resultado de las fases anteriores, fue de cierto modo un herbario itinerante en el que las muestras de plantas se expusieron como cuadros que contenían toda la información que resumían los aprendizajes construidos ( familia, género, especie, nombre común, descripción, datos del estudiante que recolectó e identificó).

### *Fase de evaluación*

En la última fase el instrumento de evaluación fue compartido con 53 estudiantes del proyecto, de los que se obtuvo respuesta por parte de 44. No tuvo incidencia sobre la nota de la asignatura y se aplicó al finalizar el periodo académico, cuando los estudiantes ya habían terminado el año escolar y eran egresados de la institución educativa. Los resultados a la pregunta ¿actualmente, al terminar su ciclo de educación básica, se encuentra...?, el 43 % de los estudiantes afirmó estar estudiando, mientras que el 34 % se encontraba trabajando y estudiando. Otros, correspondientes al 9 %, estaban trabajado y finalmente el 13 % señaló estar realizando otras actividades.

En esta misma prueba se formularon dos preguntas de indagación. La primera: ¿en qué consistió el trabajo de investigación realizado en grado once?, un alto porcentaje relacionó de manera correcta alguna de las actividades realizadas en la estrategia, siendo preponderantes la fase de campo y de determinación

taxonómica. Para esta misma pregunta se realizó un conteo de términos frecuentes, encontrando entre el vocabulario más usado los términos de *flora* y *angiospermas*, *páramo*, *clasificación* y *salidas de campo*. En menor frecuencia se identificó un léxico que involucra los términos: *guía*, *ecosistema*, *biodiversidad* y *herbario*. En la segunda: ¿cuánto aportó la experiencia investigativa a su formación académica y personal?, siendo uno la menor y diez la mayor valoración, el promedio de la respuesta fue de 7,75.

En cuanto a los conceptos generales, la totalidad de los estudiantes (100 %) identificó correctamente el ecosistema del páramo luego de la estrategia, en comparación con un 52 % en la prueba inicial. En relación con los conceptos que denominamos específicos, el 75 % de los estudiantes asoció los conceptos de *endemismo* y *biodiversidad*, con respecto al 23 % que lo hizo en la prueba de diagnóstico. Por otro lado, un rango del 70 a 93 % identificó hábitos de crecimiento en las plantas, en relación con el 40 % que lo hizo en la prueba diagnóstica. Así mismo, un alto índice de estudiantes reconoció grupos de plantas, principalmente angiospermas y briofitos. Por último, en la pregunta de autoevaluación, ¿considera que el trabajo de investigación aportó al conocimiento de su territorio, la flora y la biodiversidad del ecosistema? El promedio de la escala valorativa fue de 8,4/10.

## Discusión

### *Fase de diagnóstico*

La caracterización inicial permitió reconocer el contexto general y particular de la población estudiantil que participó en el proyecto, teniendo como común denominador complejas situaciones relacionadas a sus condiciones sociales y familiares. En la misma fase, al indagar los conceptos previos, se puso en evidencia el acercamiento de los estudiantes a los conceptos biológicos. Esto puede estar asociado al énfasis ecológico del colegio y a su condición rural, pues se utilizan dichos términos con frecuencia, aunque al parecer no se comprenden del todo. El análisis general del instrumento diagnóstico fue indispensable para la estrategia, debido a que, en concordancia con lo señalado por Ausubel *et al.* (1987), “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñesele en consecuencia” (p. 309). Por

consiguiente, las actividades subsiguientes formuladas e implementadas tuvieron en cuenta este análisis.

Por otro lado, se identificó que la comprensión lectora es una fortaleza en el grupo, por lo que se usó para realizar un refuerzo positivo en el desarrollo de la estrategia. Los resultados aquí obtenidos se contrastan con el estudio de García *et al.* (2018), en el que se identificó una importante dificultad de los estudiantes al comprender un texto en un nivel textual e inferencial. Se sugiere la implementación del método Jigsaw, ya que aportó elementos positivos en la experiencia de comprensión lectora.

En los aspectos específicos, se identificó la fotosíntesis como un ejemplo típico de un obstáculo epistemológico de conocimiento previo en el aprendizaje de las ciencias naturales (Sáenz, 2012); este tipo de conceptos se fijan en los estudiantes y son difíciles de superar o cambiar porque reiterativamente se les ha enseñado este proceso de forma errónea o parcial. En este mismo componente, los estudiantes identificaron con mayor frecuencia a los árboles, ya que probablemente es un término de uso frecuente en la escuela cuando se hace alusión a las plantas; posiblemente nunca se hayan mencionado en clases las formas de rosetas acaules y caulescentes. Sin embargo, las relaciones correctas establecidas por algunos estudiantes pueden deberse a la asociación directa que hacen con su entorno, lo que demuestra un típico ejemplo de conceptos previos por observación. Por último, el componente de autoevaluación fortaleció la autonomía en el estudiante, ya que en este ejercicio se debe asumir una postura responsable para puntuar de manera objetiva su propio desempeño en la prueba. Por este motivo la autoevaluación trasciende pedagógicamente, debido a que adquiere relevancia por el hecho de hacerlos partícipes de su proceso evaluativo, según señala Pérez (1997).

De modo general, es evidente que los saberes en torno al concepto de *ecosistema* y *origen evolutivo* de las plantas son entendidos, mientras que algunos más específicos como el de *páramo*, *endemismo*, *grupos de flora* y *hábitos de crecimiento* deben reforzarse en las otras fases de la estrategia. En definitiva, la reflexión gira en torno a la necesidad de incluir dentro de las pruebas diagnósticas, que se trazan en los planes de aula, un apartado que explore la condición socioemocional y familiar de los estudiantes. Los tiempos en el ejercicio docente no siempre permiten la elaboración de dichas herramientas, pero el reto consiste

en abrir el debate y los espacios para aproximarse al aspecto señalado, pues esta investigación dio muestras de inducir a un aprendizaje en ambas vías (docente-estudiante) cuando se considera esta faceta.

### *Fase de revisión bibliográfica*

La primera inferencia fue asertiva al usar algunas herramientas de tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en el aula. La implementación de la aplicación Random Name Picker favoreció de manera positiva el establecimiento de los grupos de trabajo, siendo esta una tarea que por lo general se convierte en tema de discusión entre los estudiantes e implica pérdida de tiempo para el docente en la práctica pedagógica. Lo anterior guarda relación con lo señalado por Cortés (2013), quien propone la necesidad incesante de utilizar las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en las aulas como medio para superar la rigidez que caracteriza la docencia y la propia escuela en sí, propiciando la creación de nuevos entornos de aprendizaje.

En segundo lugar, el uso del método Jigsaw motivó a los estudiantes, pues su implementación propició el trabajo colaborativo y cooperativo, lo que permitió que cada estudiante asumiera un rol necesario dentro del grupo para la comprensión integral del texto. Seguido a ello, en el análisis de las exposiciones no se observó un comportamiento homogéneo ni la presencia de un patrón. En este aspecto es preciso recordar que los procesos de aprendizaje deben dotar a los escolares de instrumentos para que sean capaces de realizar aprendizajes significativos y con sentido, es decir que aprendan a aprender (Serrano y Pons, 2011). Mediante las exposiciones posiblemente se logró hacer un aporte importante en este aspecto, pues fue evidente las diferentes estrategias de los grupos para explicar los temas, lo que mostró un dominio parcial de la terminología asociada a la biología y la ecología.

Dado el gran flujo de información y datos a los que tienen acceso los estudiantes gracias a la red, es pertinente discutir sobre la prioridad de otorgarles herramientas que les facilite la búsqueda y selección de temas de interés, pero también la construcción de un buen juicio frente a la veracidad y confiabilidad de las fuentes de información en la web. Para ello, es necesario la dotación integral de herramientas tecnológicas en los colegios, la formación de los docentes

en las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento y el desafío de implementar actividades que integren este puente facilitador entre el conocimiento y el aprendizaje.

### *Fase de campo*

Fue sin duda una de las más relevantes en la estrategia pedagógica, en primer lugar, porque es evidente el interés que despertó en el grupo, por tratarse de una experiencia de aprendizaje fuera del aula y porque los estudiantes asumieron desde el primer momento el rol de investigadores. Si bien existen experiencias locales de aprendizaje fuera del aula, los estudios han sido en periodos cortos de tiempo y en ecosistemas típicamente de humedales. El hecho de establecer contacto con el ambiente natural del ecosistema del páramo El Verdillo permitió acercar a los estudiantes a varios de los conceptos trabajados en clase, tales como ecosistema de páramo, flora, adaptaciones de las plantas, biodiversidad, entre otros. Las tareas asignadas como la toma de registro fotográfico, la recolección de las muestras en la prensa botánica y la descripción de estas son una herramienta asertiva que fortalece el trabajo colaborativo, así como habilidades cognitivas que usualmente no se desarrollan dentro del salón de clase.

Dentro de esta fase se puso en evidencia que el proceso experiencial que se da al abordar procesos de enseñanza y aprendizaje fuera del aula es un primer aporte valioso en la práctica educativa, ya que, según señala Ojeda (2018), el proceso experiencial en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias posibilitan un mayor grado de complejidad, comprensión y apropiación de conceptos biológicos en los estudiantes, pues afirma que las prácticas de campo permiten demostrar la comprensión de las temáticas abordadas debido a que exige la aplicación de los conocimientos en un contexto específico. En concordancia con este hecho, se observó que los estudiantes lograron diferenciar en campo algunas características de las angiospermas durante su recolección; de otro modo, la mayoría de las muestras recolectadas hubieran correspondido a otros grupos de plantas.

En este sentido, las actividades propias del trabajo en campo parecen desarrollar habilidades de observación rigurosa al registrar fotográficamente y recolectar la planta, así como para hacer la descripción de esta, bien sea en su libreta

de campo o en las fichas. Adicionalmente, se observó que los estudiantes asociaron las plantas recolectadas con imágenes de las guías de campo ya publicadas y con los textos de referencia. Más aún, en algunos casos lograron incorporar un vocabulario técnico y científico, acercándose a detallar hábitos de crecimiento, forma de la lámina foliar, borde de la hoja, disposición de las hojas, estado fenológico, número de pétalos y sépalos y también algunas características organolépticas como su color, textura y olor.

Otro de los conceptos que fue claramente fortalecido fue el reconocimiento que los estudiantes hicieron de las adaptaciones que tienen las plantas de páramo, tema que se había señalado en clase. Sobre todo, se fijaron en las características de las hojas, la disposición de crecer en rosetas para proteger las hojas jóvenes y la fuerte textura de las hojas para soportar extremas condiciones ambientales. Llegaron también a notar la textura de las hojas del frailejón y la presencia de lo que ellos denominaron “pelitos”, relacionando esta adaptación con la función de absorber la humedad de la neblina y regular la cantidad de agua. También identificaron el cambio que se presentó en las formas y hábitos de crecimiento de la vegetación a medida que ascendían y aumentaba la altura en el recorrido del páramo, encontrando relaciones inversas en el aumento de la altura y la disminución en el porte de la vegetación.

Estos resultados demuestran, en alguna medida, lo planteado a partir del aprendizaje basado en investigación, en el que los estudiantes desempeñaron un papel como investigadores. En ese mismo sentido, se comprobó la idea de que en los entornos no formales el estudiante tiene la posibilidad de tomar contacto directo con el objeto de aprendizaje (Moreno, 2017; Torres, 2010), que para este caso fue la flora del páramo, y le otorgaron significado a los contenidos desarrollados en el aula (ecosistema, páramo, angiospermas, adaptaciones, biodiversidad). De este modo, surge una crítica frente a las mallas curriculares y los enfoques de las ciencias naturales para el desarrollo de estas. En el ejercicio del aula la preocupación suele ser abordar a cabalidad los planes de estudio, pero se pasan por alto la pertinencia de estos, por un lado, y, por otro, las dinámicas escolares no permiten al docente explorar nuevos espacios de aprendizaje, sumado a esto la rigidez del sistema educativo no facilita la experimentación en otros espacios (parques, aulas, museos, espacios naturales, la calle misma) y finalmente las escuelas públicas no cuentan con los recursos económicos y

logísticos para desarrollar clases fuera del aula regular. Sin embargo, esta investigación demuestra las bondades de emprender proyectos fuera del aula e invita a planear, implementar y sistematizar experiencias de este tipo en cualquier espacio no formal de aprendizaje; más aún, si se considera la enorme diversidad y el potencial que tienen los ecosistemas colombianos para este tipo de estrategias.

### *Fase de laboratorio*

Lo primero que se puede señalar es un hecho que podría pasar por inadvertido, el cual consistió en la iniciativa de algunos estudiantes por permitirles secar artesanalmente algunas muestras. Este hecho evidenció dos aspectos: uno relacionado con la autonomía y el otro en el que asumieron su rol como investigadores al experimentar una técnica diferente con el ánimo de mejorar lo que ya habían aprendido desde la observación. De hecho, el resultado de esta alternativa en la práctica de laboratorio fue positivo, pues evidentemente se conservaron mejor aquellas muestras que se secaron de forma artesanal en sus casas, aunque requirieron un poco más de tiempo.

Con respecto al ejercicio de determinación taxonómica es preciso mencionar que era la primera vez que los estudiantes de grado once se enfrentaban a un ejercicio de esta clase, por esto la discusión no solo se centró en la tasa de acierto con respecto a la determinación de una muestra a nivel de especie, género y familia, ya que otro factor a tener en cuenta radica en los procesos cognitivos que se desarrollaron, específicamente en torno a la clasificación como medio para la comprensión de la biodiversidad. Al respecto se pudo inferir que los estudiantes hicieron un razonamiento que parte de lo general hacia lo particular, es decir que como método de razonamiento posiblemente hicieron un ejercicio deductivo, identificando en mayor medida características generales de algunas familias de plantas y a medida que tratan de hacer particulares las características de cada planta es más difícil determinarlas correctamente en algún género y especie.

Por otro lado, el análisis de la determinación de la flora del páramo El Verdillo por parte de los estudiantes y el docente fue significativo como aporte a

la disciplina científica, porque permitió conocer parte de la diversidad de flora que hay en el territorio, puesto que al parecer no existen registros de estudios de plantas de esta zona particular del páramo.

En suma, la experiencia de determinar taxonómicamente la flora recolectada en el páramo probablemente contribuyó a la comprensión de conceptos biológicos. Este aspecto, según Montoya (2014), no es muy evidente en la educación básica secundaria porque se abordan los contenidos de forma muy general y no se profundiza en el trabajo de campo, por lo que el concepto no toma relevancia para los estudiantes. Adicionalmente, este ejercicio requiere que el conocimiento disciplinar del docente sea una condición *sine qua non* para permitir un acercamiento a la rigurosidad científica. En ese aspecto vale la pena señalar que en próximos estudios esta fase debe ser aún más minuciosa y requiere de más sesiones en aula.

### *Fase de análisis*

La herramienta que se examinó fue un *visual note taking* o póster. A diferencia de los trabajos que se presentan regularmente, esta opción permitió que los estudiantes desplegaran su creatividad y faceta artística, ya que se dan unos parámetros en cuanto a su contenido, pero la forma de presentación es totalmente libre. Por lo que se pudo observar, este póster fue un instrumento didáctico asertivo que le permitió al estudiante recopilar los elementos esenciales de la temática y relacionarlos mediante un esquema rico en gráficas y simbolismos. Según señala Akoun *et al.* (2018), este recurso promueve un enfoque lúdico e innovador de trabajo que obliga a fijarse en lo esencial y aumentar la concentración, lo que permite simplificar lo complejo.

De acuerdo con lo anterior, se sugiere que la enseñanza de las ciencias naturales haga uso de herramientas didácticas alternativas. En el desarrollo de esta investigación y considerando que se implementó en el marco de una asignatura académica escolar, se decidió, por ejemplo, suprimir el uso del cuaderno. Por el contrario, se propuso el uso de bitácoras de campo, póster, prensas y montajes vegetales. Solo al experimentar dentro del ejercicio docente y en relación con la respuesta de los estudiantes se podrá realizar un análisis de su pertinencia.

### *Fase de sistematización*

Con respecto a la fase de sistematización, y con base en lo que señala Segura (2000) sobre el “aprender haciendo”, se encontró que este concepto fue propicio para construir colectivamente un producto visible —El Herbario— para la comunidad educativa, el cual sirvió como medio de difusión de los resultados obtenidos por los estudiantes en su experiencia investigativa. Además, fue un espacio propicio para vincular a otras asignaturas y a sus docentes, ya que en este caso participó la asignatura de artes, mediante la construcción de los marcos para el montaje de las plantas y se despertó el interés en los docentes del área por vincularse a las actividades del PRAE.

En síntesis, este herbario fue el resultado final de un proceso investigativo de los estudiantes que reflejó un proceso de enseñanza y aprendizaje sobre la flora y la biodiversidad del páramo El Verdillo, ya que, según Quesada *et al.* (1998), los herbarios suministran información sobre las plantas y su hábitat y son en sí mismos un registro permanente de la biodiversidad. Por último, se sugiere para próximas investigaciones la posibilidad de que los estudiantes propongan técnicas o formas alternativas de sistematizar sus experiencias. Adicionalmente, este tipo de productos pueden servir como una herramienta de evaluación en los procesos educativos.

### *Fase de evaluación*

El instrumento de evaluación fue implementado cuando los estudiantes ya habían terminado el año escolar. En ese sentido, aquellos estudiantes que presentaron la prueba virtual lo hicieron espontáneamente, sin interés alguno en aprobar una asignatura, sino solo el de poner a prueba lo aprendido durante la estrategia. Lo anterior sugiere una posible contribución por parte de la estrategia a la dimensión de autonomía en los jóvenes y de interés por su proceso de formación.

Un dato menor, aunque puede no estar asociado directamente con la estrategia, es el índice de permanencia de los estudiantes de grado once, pues es común la deserción escolar; sin embargo, durante la implementación de la estrategia solo una estudiante se retiró de la institución. En ese mismo aspecto, si tenemos en cuenta que los índices de acceso a la educación superior históricamente oscilaban en un 10%, de acuerdo con la información recopilada por el colegio,

en este caso se identifica un aumento significativo, ya que el 43% de los estudiantes afirmaron estar estudiando, aunque este aspecto es multifactorial y no puede deberse exclusivamente a esta estrategia.

Al realizar el análisis de la frecuencia en la repetición de términos en sus respuestas, se infiere que los conceptos asociados a la flora, las angiospermas y el páramo fueron aquellos de mayor apropiación. También se puede percibir que las fases de la clasificación y las salidas de campo tuvieron mayor impacto en los estudiantes, lo que confirma la hipótesis de la importancia de implementar el páramo como aula viva de aprendizaje para fortalecer la comprensión de la diversidad y la importancia de la flora del páramo El Verdillo en estudiantes de básica secundaria.

En cuanto a los conceptos generales, se logró fortalecer el concepto de *páramo*, ya que el porcentaje de asertividad aumentó, mientras que los de *ecosistema* y *biodiversidad* se mantienen dentro del mismo rango en relación con la prueba diagnóstica inicial. Esto significa que la implementación de la estrategia pedagógica favoreció la comprensión de conceptos generales asociados al ecosistema de páramo y al endemismo, pues al parecer estos aprendizajes contruidos logran mantenerse en el mediano plazo.

En relación con los conceptos que se denominaron específicos para esta estrategia, los estudiantes parecen haber asociado los conceptos de *endemismo* y *biodiversidad*, definiendo este último como un concepto comúnmente usado para identificar a taxones nativos o grupos biológicos con área de distribución restringida. También hay un avance en la identificación de los hábitos de crecimiento en las plantas. Lo anterior se debe posiblemente al reconocimiento *in situ* de los hábitos de crecimiento de la flora presente en el páramo.

En el aspecto de la clasificación de algunos grupos de plantas se identificó una construcción positiva de aprendizajes. Esto significa que la estrategia favoreció la comprensión de algunas características biológicas de briófitos, líquenes, plantas vasculares, gimnospermas, angiospermas y frailejones. Los grupos de mayor reconocimiento fueron líquenes y angiospermas lo que pudo deberse a que fueron los dos grupos de organismos sobre los que se realizó reconocimiento en campo; los líquenes fueron trabajados durante el 2018 en una prueba piloto realizada en la institución y las angiospermas fueron el grupo seleccionado y estudiado en esta estrategia. Fue factible concluir que esta experiencia

investigativa fue favorable para mejorar la comprensión de conceptos relacionados con las ciencias naturales, puntualmente sobre la biodiversidad a partir del reconocimiento de la flora.

La estrategia implementada en esta investigación parece que aportó en cierta medida a la superación de obstáculos epistemológicos ya señalados. Sin embargo, es preciso profundizar en ambos procesos (fotosíntesis y respiración), pues no se puede concluir a partir de una sola pregunta que los estudiantes comprendan los procesos a cabalidad; este aumento en la correcta identificación de los procesos sugiere que la estrategia y las metodologías planteadas pueden ayudar a superar algunos obstáculos en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, tales como la comprensión de las adaptaciones biológicas, el proceso de fotosíntesis y la clasificación taxonómica.

Finalmente, a partir del componente de autoevaluación se puede considerar que los estudiantes de grado once del colegio rural Gabriel García Márquez consideraron que la implementación de una estrategia pedagógica como una experiencia de investigación aportó al conocimiento de su territorio y a la biodiversidad del ecosistema. Aunque el componente de autoevaluación es solo uno de los factores para tener en cuenta, pues la evaluación debe ser un proceso integral, la autoevaluación hace pensar que la metodología aplicada y cada una de las herramientas diseñadas tuvieron aceptación e impacto positivo para la mayoría de los jóvenes que participaron del proyecto.

## **Conclusiones**

### *Fase de diagnóstico*

La identificación de los preconceptos en los estudiantes no solo debe entenderse como una mera herramienta de diagnóstico, sino como un paso crucial que permite aproximarse al contexto social y familiar de los estudiantes. Por tanto, debe ser considerado como un punto de partida clave al trazar el rumbo de las estrategias que apuntan a cumplir los objetivos propuestos en la investigación.

### *Fase de revisión bibliográfica*

La fase de aprender a consultar afianzó la idea de priorizar la inclusión gradual de tecnologías para el aprendizaje y el conocimiento en el aula, puesto que se

constató una mejoría en los procesos de enseñanza y aprendizaje asociados al trabajo cooperativo y colaborativo. Esto se identificó en la adquisición o mejoramiento de las capacidades asociadas a buscar, filtrar y seleccionar fuentes de información académica.

### *Fase de campo*

Los resultados y análisis de los productos de la fase de campo corroboraron la importancia de aprender haciendo, pues se lograron mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales teniendo como entorno vivo de aprendizaje el ecosistema del páramo. Particularmente, el contacto directo con el objeto vivo de aprendizaje facilitó que los estudiantes identificaran el hábitat, formas de vida, hábitos de crecimiento, adaptaciones y características de la vegetación del páramo, logrando asociar estos conceptos con problemáticas ambientales regionales, nacionales y globales.

### *Fase de laboratorio*

La experiencia al determinar taxonómicamente la flora recolectada en el páramo fortaleció en los estudiantes de grado once procesos cognitivos de observación, comparación y clasificación. Así mismo, les permitió identificar parte de la biodiversidad del ecosistema mediante el uso de herramientas tecnológicas e ilustradas, favoreciendo la adquisición de vocabulario científico y probablemente contribuyendo a la comprensión de conceptos biológicos. A lo que más le apuntó esta investigación fue al énfasis en el trabajo de campo y de laboratorio que facilitarían la apropiación del conocimiento científico.

### *Fase de análisis*

Se pudo inferir que los estudiantes identificaron características de las angiospermas, tales como presentar flores, pertenecer a las plantas vasculares y presentar varias estrategias reproductivas. Adicionalmente, establecieron algún tipo de relación de la flora con algunos atributos del ecosistema representándolo por medio de conectores gráficos. Es factible concluir que los estudiantes

lograron identificar las plantas angiospermas como plantas vasculares y que esto fue posible gracias al reconocimiento durante las salidas de campo, porque la observación directa y materialización del objeto de estudio permitieron este aprendizaje. Los estudiantes reconocieron adaptaciones en las plantas de páramo y al igual que el logro anterior fue posible gracias a la relación de los conceptos desarrollados en las primeras fases que cobraron sentido mediante la observación realizada en las salidas de campo.

### *Fase de sistematización*

La creación de un espacio tangible, como lo fue el “Herbario del colegio Gabriel García Márquez” generó alegría por parte de los estudiantes, quienes expresaron su satisfacción por materializar un producto que fue fruto del trabajo realizado durante todo el año y por poder compartir sus logros con el resto de la comunidad educativa. La importancia de involucrar a los estudiantes en la construcción del herbario institucional radica en hacerlos partícipes de un producto perceptible, como resultado de su propia investigación.

### *Fase de evaluación*

El análisis de los componentes en esta fase sugiere que esta experiencia investigativa fue favorable para mejorar la comprensión de conceptos relacionados con las ciencias naturales, puntualmente sobre la biodiversidad a partir del reconocimiento de la flora. La experiencia *in situ* fue un factor determinante, pues los resultados permitieron inferir que al enseñar ciencias naturales en un entorno vivo se pueden mejorar los procesos propios de la enseñanza y el aprendizaje. Resulta ser una práctica novedosa, es una forma diferente de enseñar y puede ser fácilmente replicable en otro tipo de ecosistemas dadas las condiciones biogeográficas propias del país.

Con todo lo anterior, la estrategia implementada bajo el enfoque de aprendizaje basado en la investigación permitió reemplazar parcialmente el enfoque tradicional dentro del aula. Aproximó a los estudiantes a una experiencia de investigación, que favoreció la comprensión de los aprendizajes asociados al área de ciencias naturales. Este enfoque mejoró la participación de los estudiantes

en las actividades académicas que normalmente se abordaban en la institución exclusivamente a través de clases magistrales. La metodología de aprendizaje fuera del aula condujo a un cambio en la percepción de la importancia del páramo y propició el acercamiento de los estudiantes al objeto de aprendizaje (flora del páramo). Esta investigación puede ser una alternativa para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencias naturales.

Esta investigación sugiere que cuando el estudiante asume el rol de investigador inmerso en un ecosistema de su entorno y desarrollando tareas propias del área disciplinar biológica adquiere motivación y fortalece sus procesos de aprendizaje en conceptos asociados con la flora, posiblemente por el hecho de que la naturaleza *per se* fue su aula viva de aprendizaje. La estrategia permitió concebir el ecosistema de páramo El Verdillo como un territorio no formal de aprendizaje.

En respuesta a la pregunta inicial de la investigación, se planteó una experiencia que aproximó al estudiante a establecer nuevas formas de relacionarse con el conocimiento. En relación con el objetivo general de esta, la estrategia pedagógica favoreció la comprensión de la diversidad y la importancia de la flora del páramo El Verdillo, en estudiantes de secundaria. Así mismo, se fortaleció la comprensión de conceptos relacionados con la biodiversidad mediante el desarrollo de las capacidades de observación, clasificación y análisis por medio de la recolección y determinación de muestras vegetales del territorio.

Finalmente se invita a los docentes de diversas asignaturas a que incorporen dentro de sus prácticas educativas actividades de carácter investigativo que vinculen a los estudiantes de forma activa y participativa. Esta estrategia es replicable no solo para el área de las ciencias naturales, sino para áreas como las ciencias exactas, ciencias sociales o artísticas, adaptando los conceptos que se pretendan desarrollar en cada una de estas. Las futuras investigaciones que empleen la metodología aquí señalada podrían diversificar los conceptos e incursionar en el estudio de otros componentes del ecosistema. Además, se recomienda aumentar el número de salidas de campo y fortalecer la fase de laboratorio para este tipo de estrategia pedagógica.

Esta experiencia fue socializada en el Consejo Académico de la institución siendo seleccionada para participar en el Foro Educativo Local de Usme 2020 (Aprendizajes de la crisis y oportunidades de la educación en la nueva

normalidad). También se pudo compartir en el evento “Experiencias que inspiran” en el marco del proyecto Colegios Amigos del Turismo del Viceministerio de Industria y Comercio, y fue presentada bajo la modalidad de ponencia en el 1.º Congreso Internacional de Investigación Educativa 2022 - El Espíritu Investigador en la Escuela - El Maestro como Investigador. La investigación surgió como trabajo final del programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

## Referencias

- Akoun, A., Boukobza, P. y Pailleau, I. (2018). *Sketchnoting, Pensamiento visual para ordenar ideas y fomentar la creatividad*. Gustavo Gili.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1987). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Blackmore, P. y Fraser, M. (2007). *Aprendizaje basado en investigación*. Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey
- Cortés, M. (2013). La integración de las TAC en educación. Universidad Internacional de La Rioja, Facultad de Educación.
- García M. A., Arévalo, M. y Hernández, C. (2018). La comprensión lectora y el rendimiento escolar. *Cuadernos de Lingüística Hispánica*, (32), 155-174.
- Hofstede, R. (2004). El estado de salud de los páramos: un esfuerzo para relacionar la ciencia con la práctica de manejo sustentable. *Lyonia*, 6(1), 61-73.
- Hofstede, R., Segarra, P. y Mena, V. P. (2003). *Los páramos del mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia.
- Jara, O. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (CINDE). <https://repository.cinde.org.co/visor/Preview.php?url=/bitstream/handle/20.500.11907/2121/Libro%20sistematizacio%CC%81n%20Cinde-Web.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lázaro Martínez, Á. (2015). Procedimientos y técnicas del diagnóstico en educación. *Tendencias Pedagógicas*, 7, 97-116. <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/1819>
- Luteyn, J. (1999). Introduction to the paramo ecosystem. Paramos a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical. *Memories of The New York Botanical Garden*, volume 84. The New York Botanical Garden.

- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales, formar en ciencias: el desafío, lo que necesitamos saber y saber hacer. [https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- Montoya, J. C. (2014). *Propuesta de enseñanza para el aprendizaje del concepto de taxonomía biológica a través del proceso de indagación de la diversidad biológica de la flora en la institución educativa el pedregal* (tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Moreno, E. (2007). El herbario como recurso para el aprendizaje de la botánica. *Acta Botánica Venezolana*, 30(2), 415-427.
- Ojeda, G. (2018). *Páramo una estrategia interdisciplinar de enseñanza aprendizaje para la conservación del páramo de Chingaza* (tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Otte, C., Bølling, M., Stevenson, M., Ejbye-Ernst, N., Nielsen, G. y Bentsen, P. (2019). Education outside the classroom increases children's reading performance: Results from a one-year quasi-experimental study. *International Journal of Educational Research*, 94(1), 42-51.
- Pérez, L. (1997). La evaluación dentro del proceso enseñanza- aprendizaje. [http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/academia/11/sec\\_4.htm](http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/academia/11/sec_4.htm)
- Quesada, C., Baena, L., Linares, E. y Morales, C. (1998). *Los herbarios como centros de documentación para el estudio y conservación de la biodiversidad*. Encuentro Medioambiental Almeriense. Universidad de Almería.
- Reis, A. y Da Silva, C. (2019). Os espaços não formais amazônicos como potencializadores de aprendizagem para o ensino de ciências: uma perspectiva a partir da teoria fundamentada. *Investigações em ensino de ciências*, 24(3), 59-73.
- Rosales, C. (1990). *Evaluar es reflexionar sobre la enseñanza*. Editorial Narcea.
- Sáenz, J. (2012). *La fotosíntesis, concepciones, ideas alternativas y analogías. Unidad didáctica dirigida a estudiantes de los ciclos 3 y 4 de educación básica del colegio José María Carbonell, Bogotá* (tesis de maestría), Universidad Nacional de Colombia.
- Segura, D. (2000). *Constructivismo ¿construir qué?* Corporación Escuela Pedagógica Experimental, Colección Polémica educativa, vol. 5.
- Serrano, J. M. y Pons, R. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1-27.
- Torres, T. (2010). Aprendizaje basado en la investigación. *Técnicas didácticas. Programa de Desarrollo de Habilidades Docentes*, 15. [http://www.itesca.edu.mx/documentos/desarrollo\\_academico/Metodo\\_Aprendizaje\\_Basado\\_en\\_Investigacion.pdf](http://www.itesca.edu.mx/documentos/desarrollo_academico/Metodo_Aprendizaje_Basado_en_Investigacion.pdf)



## Capítulo 5. Actitud ética del cuidado en los entornos ambientales de los estudiantes universitarios\*

Mauricio Esteban Muñoz

Ángela María Sánchez Gómez

Libardo Maya Ramírez

Esta investigación cualitativa, enmarcada en el paradigma sociocrítico, bajo el método etnográfico (etnografía educativa), describe la actitud ética de los educandos de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali frente a su entorno ambiental. Los instrumentos utilizados fueron encuesta virtual, entrevista semiestructurada y grupo focal, aplicados a una muestra intencionada. La investigación se centra en la actitud ética, desde la perspectiva de Leonardo Boff —como teoría eje—, el concepto de *casa común* y la ética del cuidado. Esta última se relaciona con otras miradas teóricas como la de Paulo Freire (2005), en su ejercicio de la pedagogía crítica, la dinámica de corresponsabilidad y coexistencia propuesta por H. Jonas (2014) y la responsabilidad como actitud soportada en lo axiológico propuesto por Lucie Sauvé y Orellana (2002). En este sentido, la práctica de una educación ambiental integral vincula ejercicios pedagógicos derivados de la pedagogía crítica que deben complementarse a través de prácticas ecológicas (*casa común*) y ambientales (entornos) como posibilidad para que los educandos y educadores transiten y movilicen la academia. Implica que el aula (entornos de aprendizaje) conecte al individuo a un ejercicio crítico-reflexivo, convirtiéndolo en un sujeto transformador que camine desde el campus hasta lo aledaño-local-regional para reconocer la importancia del mundo. Con el apoyo de la pedagogía transformadora se debe acompañar al educando para construir una conciencia ambiental, lograr una disposición de cuidado y corresponsabilidad en la construcción del *ethos* global.

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.5>

## Introducción

Asumir el reto de la educación ambiental en la dinámica actual de cambio de paradigmas es un desafío, dado que es perentorio diseñar programas de educación ambiental contextualizados en el marco de una transición hacia un nuevo sistema social que, a causa del deterioro ambiental del planeta, exige un cambio necesario de ideales, actitudes, valores y formas de coexistir.

Actualmente, parte de las comunidades educativas se encuentran sumergidas en las dinámicas de un sistema económico que solo busca tener una educación instrumentada, lo que, en otras palabras, define Freire (1987) como educación bancaria.

Igualmente, en el contexto de la lógica del capitalismo salvaje, los espacios de formación orientan a los seres humanos a definir su *ethos* en términos de recursos y no como una forma de coexistencia. Lo que lleva a parte de la humanidad a mantener durante décadas un discurso utilitarista, que se apoya en el modernismo político, sobre el planeta Tierra, en adelante comprendido como la *casa común* (Boff, 2017).

El escenario anterior consolida un episodio crítico en la conceptualización de la crisis ambiental del planeta, ya que enmarca uno de los problemas más grandes a los cuales se enfrenta la humanidad en términos de educación ambiental. Este problema puede ser definido como una insuficiente capacidad de reflexión del ser humano frente al descuido y deterioro de la casa común. Al mismo tiempo, algunos actores sociales se sesgan prestando únicamente a cifras positivistas sobre las problemáticas ambientales, las cuales son expuestas a partir del raciocino científicista de forma mecánica, dejando de lado la perspectiva de ecología profunda (Speranza, 2006). Por este motivo, en algunos casos, el deterioro del planeta se ha asumido como un conjunto de enfermedades remediabiles y, en el peor de los casos, como situaciones o fenómenos que se pueden mercantilizar a nivel global.

En el contexto nacional, Berdugo Silva y Montaña Renuma (2017) identificaron en su estudio, “La educación ambiental en las instituciones de educación superior públicas acreditadas en Colombia”, que el 64% de las instituciones encuestadas incorpora la educación ambiental en la filosofía institucional de forma desagregada, pues solo la articulan con uno de los lineamientos de la institución, ya sea con la misión, la visión, los objetivos o las políticas de calidad.

Como consecuencia de estas situaciones, los actuales currículos de formación profesional ofrecen pocos espacios de reflexión y conocimiento para que el educando pueda construir una visión sobre los problemas ambientales que aquejan a nuestro planeta. Esto reduce, en los futuros profesionales, su habilidad para entender y comprender las maneras adecuadas de ser huésped de la casa común y de dar solución a los problemas ambientales.

Por ello, esta investigación busca conceptualizar la educación ambiental integral, generando bases teóricas que hacen posible una nueva manera de integrar la educación ambiental en los distintos procesos de formación. En este sentido, el objetivo de esta investigación es analizar la actitud ética de los estudiantes pertenecientes a la Pontificia Universidad Javeriana de Cali frente a su entorno ambiental universitario. Por lo anterior, se constituye como una obligación la de aunar esfuerzos para crear un espíritu de transformación en la formación integral de los educandos, lo que hace de sus acciones un acto libertario y de gobernabilidad para que sean capaces, desde su pensamiento, de evaluar su actuar cotidiano en el camino de definir un nuevo *ethos*.

Por estas razones, se orienta desde el paradigma sociocrítico esta investigación que establece dinámicas autorreflexivas y praxeológicas en la construcción del conocimiento. Desde la perspectiva de un enfoque cualitativo, se implementa el método de la etnografía educativa con un grupo de participantes conformado por estudiantes de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. Con los objetivos de (1) identificar la relación que el estudiante establece con su entorno universitario; (2) definir el tipo de cuidado que el estudiante tiene con su entorno universitario y (3) establecer la relación entre ética y pedagogía para el cuidado del entorno universitario. Para alcanzar estas metas, se estructuraron tres etapas metodológicas. En la primera etapa se desarrollaron actividades para la construcción del marco teórico de la investigación; en la segunda etapa se definió el método, los participantes y se aplicaron los instrumentos de recolección de datos y en la última etapa se interpretaron los resultados de la investigación con los autores propuestos y se contó con una técnica de cocreación.

Durante este proceso cada hallazgo se interpretó y analizó a la luz de las teorías propuestas por Capra (1983) sobre la complejidad (holístico) y Leonardo Boff (1999, 2001, 2002, 2012a) en la concepción del planeta y del autocuidado, Freire (1987) y su pedagogía crítica, aunado a Jonas (1995), Sauvé y Orellana

(2002) en el marco de la responsabilidad. Este marco conceptual es la base que permite contextualizar los conocimientos que los estudiantes tienen sobre las necesidades de su entorno. Y comprender las prácticas de los educandos, a partir del cuidado de sí y el cuidado ambiental, para interpretar su grado de responsabilidad.

Finalmente, la educación ambiental integral es una opción para transversalizar prácticas que propendan por una mayor conciencia ambiental y de este modo reconocer las problemáticas ambientales desde lo holístico. La metodología de esta investigación en su enfoque cualitativo presenta los resultados obtenidos a partir de los instrumentos utilizados: (1) encuestas virtuales, (2) entrevistas semiestructuradas y (3) la técnica del grupo focal.

La figura 5.1 representa el diagrama de relaciones entre la conceptualización de la problemática ambiental, los paradigmas de la visión antropocéntrica, visión holística y educación ambiental.

La figura 5.2 representa las diferentes relaciones conceptuales en el marco de la investigación, teniendo como base el paradigma holístico expuesto por Capra (1996).

Figura 5.1. **Planteamiento del problema**

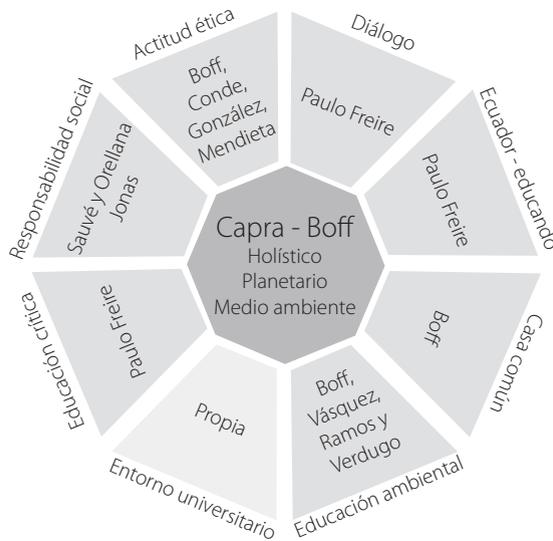


¿Cuál es la actitud ética de los estudiantes pertenecientes a la Pontificia Universidad Javeriana de Cali frente a su entorno ambiental universitario?

¿Cuál es la relación que el estudiante establece con su entorno universitario?

¿Cuál es el cuidado que realiza el estudiante al medioambiente en el campus universitario?

Fuente: elaboración propia.

Figura 5.2. **Conceptos teóricos de la investigación**

Fuente: elaboración propia.

## Metodología

Esta investigación se realiza desde el enfoque cualitativo, al admitir lo cualitativo como “el esfuerzo por entender las distintas y complejas dimensiones del problema, las cuales demandan aproximaciones derivadas de marcos conceptuales y metodológicos diversos, pero no excluyentes” (Bonilla y Rodríguez, 1997, p. 84).

La investigación cualitativa es una manera de aproximarse a las situaciones sociales para explorarlas, describirlas y comprenderlas a partir de la subjetividad que despliegan los diferentes actores involucrados en el fenómeno. Así, los individuos interactúan con su “contexto social compartiendo el significado y el conocimiento que tienen de sí mismos y de su realidad” (Villamil, 2003, p. 2). Se comprende entonces que la característica más relevante de este enfoque es ser un ejercicio situado que, aun cuando analiza el fenómeno compuesto por un complejo sistema de relaciones humanas, orgánicas y cambiantes, con un alto grado de singularidad, lo cual hace que no se repita de forma idéntica, tiene la capacidad de generalizar los resultados.

De igual manera, es relevante considerar la heterogeneidad de las experiencias de cada educando, lo que contrapone asumir que hay una universalidad total

en las formas de actuar. En este orden de ideas, se procura entender la realidad construida por los educandos en un contexto de educación superior, a partir de las relaciones que sostienen con la casa común, interpretar el sentido que ellos le dan a sus actos, a sus ideas y a lo que los rodea, todo al reconocer sus conocimientos previos, analizar sus actitudes y los valores que definen su comportamiento en coexistencia.

El método etnográfico es útil en el contexto educativo por sus aportes a la comprensión de los objetos, los espacios y las personas a través de las percepciones y los enunciados de los sujetos. La perspectiva etnográfica de esta investigación busca construir una imagen actual del grupo de estudiantes de educación superior y al mismo tiempo comprender, a través de sus formas de coexistencia, las características particulares de su realidad ambiental o del escenario de actuación ecológica. El trabajo de campo etnográfico es meticuloso en las entrevistas y en el registro de la información suministrada por las personas, al mismo tiempo que posibilita observar los eventos en el contexto propio que los relaciona, poniendo sobre la mesa lo que los educandos sienten, saben, conocen y perciben de ese entorno universitario y de su conexión con la casa común.

Es importante tener en cuenta que tanto la investigación cualitativa como, sobre todo, el método etnográfico se interesa más en los puntos de vista y la comprensión de los sujetos sobre su mundo (cultura).

La figura 5.3 representa las fases metodológicas de la investigación.

Figura 5.3. **Etapas metodológicas**

Paradigma: sociocrítico  
Enfoque: cualitativo  
Método: etnográfico (etnografía educativa)



Fuente: elaboración propia.

## Participantes

El grupo de participantes para esta investigación estuvo conformado por estudiantes de diferentes programas de la Pontificia Universidad Javeriana Cali. En esta investigación cualitativa se utilizó una muestra intencionada en la que se emplearon criterios de manera personalizable y humanitaria, al reconocer la complejidad inherente al ser humano. Es importante adoptar una postura que reconozca que la naturaleza, estilo de vida y coexistencia del educando no pueden ser determinados únicamente por otros factores que no sean su humanidad. Estos tipos de muestras se utilizan para llevar a cabo estudios en grupos específicos. Es relevante asumir una postura en la que el educando en su naturaleza, forma de vida y de coexistencia, no puede estar determinado más que por su humanidad. Con este tipo de muestra se realizan estudios a grupos particulares.

Se hizo una selección de 12 estudiantes para una encuesta virtual, 9 estudiantes para la entrevista semiestructurada y 7 estudiantes para el grupo focal. Como criterio de inclusión, tanto para la encuesta como para la entrevista semiestructurada y el grupo focal, se tuvo en cuenta que el educando: (1) demostrara interés en la temática de la investigación, (2) tuviera tiempo para cuando fuera citado por los investigadores y (3) estuviera dispuesto a participar libre y voluntariamente a colaborar como informante primario.

## Técnicas

Las técnicas de recolección y procesamiento de información en esta investigación se llevaron a cabo a través de tres momentos que definen el proceso de recolección de datos y un momento inicial de realización de lecturas de diversos documentos para recabar información secundaria que permitiera conceptualizar y diseñar los instrumentos más adecuados para la observación, encuesta, entrevista y grupo focal.

En el marco de la educación ambiental se han definido conceptos fundamentales que influyen en el ejercicio de esta disciplina. Entre ellos, destacan la actitud ética, la percepción, la conciencia crítica ambiental y la responsabilidad. Estos conceptos clave permiten identificar los cambios necesarios que deben tener lugar en el entorno universitario, tanto por parte de los educandos como de los docentes, así como en el contexto educativo en general. Es por medio de

Figura 5.4. Técnicas utilizadas para la recolección de datos



Fuente: elaboración propia.

la adopción de una actitud ética, la ampliación de la percepción, el desarrollo de una conciencia crítica ambiental y la asunción de la responsabilidad que se lograrán los cambios necesarios para abordar los desafíos ambientales de manera efectiva en las instituciones universitarias. Se definieron los conceptos más relevantes en el ejercicio de una educación ambiental, en el que la actitud ética, la percepción, la conciencia crítica ambiental y la responsabilidad hacen posible identificar algunos cambios que deben surgir en el entorno universitario desde los educandos, los docentes y el contexto educativo.

### Tratamiento de los datos

En el desarrollo del trabajo de campo se capturaron datos directamente del grupo participante de estudiantes, los cuales fueron organizados y clasificados para proceder al procesamiento de información de la siguiente manera:

*Momento inicial:* se desarrolló de un sistema de decodificación inicial que relacionó categorías conceptuales desde el marco teórico hasta los elementos creados para cada instrumento construido.

Posteriormente, se definieron las fases, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, como se presenta en la tabla 5.1. Una vez recogidos fueron organizados en bitácoras digitales que relacionaron los objetivos del instrumento, las categorías a partir del marco teórico y las respuestas de los participantes, para después realizar la revisión y el análisis de los datos. La tabla 5.2 esquematiza la estructura de las bitácoras utilizadas en el registro de los diferentes ítems.

Tabla 5.1. Fases, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fase	Técnica	Instrumento
Fase 1	Encuesta virtual	Constó de 115 preguntas cerradas, opciones de respuesta escala de Likert, participaron 12 estudiantes en ellas, las cuales se centraban en identificar los conocimientos previos sobre el ambiente, la percepción, la medición de escala de preocupación ambiental de eco barómetros y actitudes pro ambientales.
Fase 2	Entrevista semiestructurada	Compuesto por 37 preguntas realizadas en medio físico, las cuales fueron contestadas por nueve alumnos de diferentes carreras (p. ej., psicología, arquitectura, derecho, contaduría, administración). Con el fin de reconocer su relación con el entorno universitario, el cuidado del entorno universitario y la ética y el cuidado del medioambiente
Fase 3	Grupo focal	Se aplicó la técnica a un grupo de 7 estudiantes, esta técnica permite extraer de manera espontánea disposiciones, actitudes, preconceptos, experiencias y reacciones en los participantes, así como comparar los resultados con entrevistas individuales, dando una multiplicidad de miradas y procesos emocionales (Gibb, 1997). Se generó un proceso de diálogo con una serie de preguntas relacionadas con cinco metas: (1) identificar las percepciones de los estudiantes; (2) reconocer prácticas que definen el cuidado del medioambiente de acuerdo con las experiencias de los estudiantes; (3) establecer la relación ética y pedagogía para el cuidado del medioambiente; (4) relación del cuidado del medioambiente y la Pontificia Universidad Javeriana, y (5) cocrear la práctica pedagógica adecuada para la formación en educación ambiental integral.

Nota: esta tabla presenta las características generales de los instrumentos para la recolección de datos, se asocia la fase y técnica utilizada.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.2. Diagrama de bitácoras para la sistematización de respuestas

Objetivos	Categorías	Citas relevantes
Se relacionaban los objetivos de los instrumentos en cada una de sus sesiones.	Elementos conceptuales considerados desde el marco teórico.	Se describen las respuestas con mayor relevancia para el proceso de investigación.

Fuente: elaboración propia.

Estas bitácoras permitieron clasificar y ordenar las respuestas de los educandos por categorías y, por medio de este ejercicio, se identificó las maneras como los educandos se relacionan con los distintos entornos académicos y cotidianos, proporcionando un mayor acercamiento a sus experiencias y sentires. La encuesta hizo posible establecer el primer acercamiento a los conocimientos,

Figura 5.5. Momentos - recolección de datos



Nota: esta figura representa la profundidad de los procesos de recolección de datos.

Fuente: elaboración propia.

conductas y percepciones, mientras que la entrevista permitió comprender los tipos de estudiantes en su relación con el medioambiente y sus actitudes sobre el cuidado de este. Con el grupo focal se logró escuchar de manera más precisa a los estudiantes en sus apreciaciones, lo que nos permitió identificar que hay puntos de conectividad y aristas fragmentadas en la relación que ellos establecen para el cuidado de la casa común. De acuerdo con lo anterior, esta investigación desea poder brindar algunas herramientas que logren generar aportes al conocimiento y conceptos emergentes relativos al cuidado de sí mismo y del ambiente desde una educación ambiental integral.

## Resultados

Se construyó un conjunto de matrices de comprensión e interpretación de los datos con base en la información de las encuestas, entrevistas y el grupo focal. Esto hace posible codificar conceptos relacionados en la investigación para obtener, a partir de la cotidianidad de las experiencias de los educandos, una perspectiva general de cómo ellos conciben los problemas ambientales de la casa común, sus actitudes frente a estas problemáticas y percepciones.

Tabla 5.3. Matriz de encuestas

Categorías	Referente teórico	Descriptor	Indicadores	Nivel	Código
		Comprender el deterioro del medioambiente	Reconoce conceptualmente los problemas ambientales en diferentes contextos.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) CPAD (2) CPAS (3) CPAB (4) CPAMB (5) CPAE
Conocimiento previo sobre problemáticas ambientales	Escala de percepción del grado de impacto de problemas ambientales.	Reconocer causas de problemas ambientales	Contempla las causas y efectos de los problemas ambientales en diferentes contextos.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) RCPAD (2) RCPAS (3) RCPAB (4) RCPAMB (5) RCPAE
		Entender el peligro de los problemas ambientales	Deduce el nivel de riesgo de las problemáticas ambientales.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) EPPAD (2) EPPAS (3) EPPAB (4) EPPAMB (5) EPPAE
		Nivel de percepción local	Expresa sentimientos de preocupación en torno al medioambiente a nivel local.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy Bueno 5 = Excelente.	(1) PPALD (2) PPALS (3) PPALB (4) PPALMB (5) PPALE
Preocupación por los problemas ambientales	Escala actitudes ambientales, referencia utilizada escala de Weigel y Weigel (1978) adaptada por Aragónés y Amérgo (1991). Escala análisis del ítem de sentimientos de preocupación en torno al medioambiente.	Nivel de percepción regional	Expresa sentimientos de preocupación en torno al medioambiente a nivel regional.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) PPARD (2) PPARS (3) PPARB (4) PPARMB (5) PPAE
		Nivel de percepción global	Expresa sentimientos de preocupación en torno al medioambiente a nivel global.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) PPAGD (2) PPAGS (3) PPAGB (4) PPAGMB (5) PPAGE

Encuesta

(Continúa)

Categorías	Referente teórico	Descriptor	Indicadores	Nivel	Código
		Empatía con la naturaleza	Valora mantener en armonía su relación con la naturaleza	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) END (2) ENS (3) ENB (4) ENMB (5) ENE
	Intención de conducta ecológicamente responsable				
Autocuidado y otredad	-Opinión del medioambiente y rol del hombre. -Escala de conexión con la naturaleza.	Conducta ecológica	Reflexiona acerca de su comportamiento ecológico	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) CED (2) CES (3) CEB (4) CEMB (5) CEE
		Incidencia de la actitud ambiental	Considera su intervención sobre el medio ambiente	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) IAAD (2) IAAS (3) IAAB (4) IAAMB (5) IAAE
		Interés por cuidar la casa común	Demuestra interés por el cuidado de la casa común	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) ICCMD (2) ICCMS (3) ICCMB (4) ICCMMB (5) ICCME
	-Grado de preocupación por el medioambiente.				
Actitud	-Diagrama de ruta de la incidencia de la actitud ambiental, intención conductual, creencias, valores, edad y género sobre la conducta proambiental.	Actitud coherente con las problemáticas ambientales	Identifica acciones acordes al cuidado de la casa común.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) ACCD (2) ACCS (3) ACCB (4) ACCMB (5) ACCE
		Pensamiento crítico frente a la realidad ambiental	Argumenta sobre las posturas para hacer frente a las problemáticas ambientales	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) PCPAD (2) PCPAS (3) PCPAB (4) PCPAMB (5) PCPAE

Fuente: elaboración propia.

Lo anterior con el objetivo de tener categorías de análisis e indicadores para contrastar la información significativa que emergió en la aplicación de cada instrumento.

En relación con lo anterior en las siguientes tablas se presentan los resultados obtenidos en esta investigación.

Tabla 5.4. **Matriz de encuestas, resultados**

	<b>Categorías</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>	<b>Código</b>	<b>Resultados</b>	
Encuesta		Reconoce conceptualmente los problemas ambientales en diferentes contextos.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) CPAD (2) CPAS (3) CPAB (4) CPAMB (5) CPAE	CPAE 8 educandos CPAE 2 educandos CPAE 2 educandos	
		Conocimiento previo sobre problemáticas ambientales	Contempla las casusas y efectos de los problemas ambientales en diferentes contextos.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) RCPAD (2) RCPAS (3) RCPAB (4) RCPAMB (5) RCPAE	RCPAD 10 educandos RCPAB 1 educando RCPAMB 1 educando
			Deduce el nivel de riesgo de las problemáticas ambientales.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) EPPAD (2) EPPAS (3) EPPAB (4) EPPAMB (5) EPPAE	EPPAE 9 educandos EPPAB 2 educandos EPPAD 1 educando
	Preocupación por los problemas ambientales	Expresa sentimientos de preocupación en torno al medioambiente a nivel local.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) PPALD (2) PPALS (3) PPALB (4) PPALMB (5) PPALE	PPALS 10 educandos PPALMB 2 educandos	
		Expresa sentimientos de preocupación en torno al medioambiente a nivel regional.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) PPARD (2) PPARS (3) PPARB (4) PPARMB (5) PPARE	A 6 de 12 educandos les preocupa mucho los problemas ambientales a nivel regional.	
		Expresa sentimientos de preocupación en torno al medioambiente a nivel global.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) PPAGD (2) PPAGS (3) PPAGB (4) PPAGMB (5) PPAGE	A 11 de 12 educandos les preocupa mucho los problemas ambientales a nivel global.	

(Continúa)

Categorías	Indicadores	Nivel	Código	Resultados
Autocuidado y otredad	Valora mantener en armonía su relación con la naturaleza.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) END (2) ENS (3) ENB (4) ENMB (5) ENE	Existe una alta tendencia por parte de los estudiantes a sentir que hacen parte de la naturaleza.
	Reflexiona acerca de su comportamiento ecológico	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) CED (2) CES (3) CEB (4) CEMB (5) CEE	Los estudiantes reconocen claramente el impacto negativo de algunas acciones del ser humano sobre el plantea
	Considera su intervención sobre el medioambiente.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente.	(1) IAAD (2) IAAS (3) IAAB (4) IAAMB (5) IAAE	Existe una alta tendencia por parte los estudiantes a definir como bastante importante los valores y su relación con el cuidado del ambiente.
Actitud	Demuestra interés por el cuidado de la casa común.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) ICCMD (2) ICCMS (3) ICCMB (4) ICCMMB (5) ICCME	Casi todos los estudiantes demuestran interés en la conservación de la naturaleza.
	Identifica acciones acordes al cuidado de la casa común.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) ACCD (2) ACCS (3) ACCB (4) ACCMB (5) ACCE	Más de la mitad de los estudiantes creen que su bienestar es independiente del bienestar del mundo natural.
	Argumenta sobre las posturas para hacer frente a las problemáticas ambientales.	1 = Deficiente 2 = Satisfactorio 3 = Bueno 4 = Muy bueno 5 = Excelente	(1) PCPAD (2) PCPAS (3) PCPAB (4) PCPAMB (5) PCPAE	La mayoría de los estudiantes están muy de acuerdo en buscar soluciones a las catástrofes que se avencinan con el deterioro del plantea.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la categoría de conocimiento previo sobre problemáticas ambientales, en concordancia con la matriz de encuestas.

De la categoría *preocupación por los problemas ambientales*, como resultado se observó que la preocupación por parte de los educandos es proporcional al tamaño de las esferas de alteridad, lo que quiere decir que en la escala de lo local el nivel de la preocupación es bajo, en lo regional es medio y en lo mundial hay un alto nivel de preocupación por los problemas ambientales.

Es conveniente destacar que en las categorías de *autocuidado y otredad*, y *actitud* se buscó analizar los sentimientos que los educandos relacionan con la preocupación en torno al medioambiente; con el propósito de comprender el nivel de empatía con la naturaleza, su conducta ecológica, sus actitudes e intereses ambientales. El resultado es que están estrechamente relacionados los aspectos axiológicos del educando con las actitudes de cuidado que establece para el medioambiente.

Tabla 5.5. **Matriz de entrevistas**

	<b>Categorías</b>	<b>Referente teórico</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Nivel</b>	<b>Código</b>
	Relación con el entorno universitario	- Jonas	Nivel de pertenencia con el entorno universitario	Establece un sentido de pertenencia con el entorno universitario	1 = Deficiente	(1) PCEUD
		- Sauvé y Orellana			2 = Satisfactorio	(2) PCUS
		- Paulo Freire			3 = Bueno	(3) PCEUB
	Cuidado del entorno universitario	- Boff	Nivel de atención referente al cuidado del entorno	Reconoce su responsabilidad en relación con el cuidado del entorno	4 = Muy bueno	(4) PCEUMB
		- Conde, González, Mendieta			5 = Excelente	(5) PCEUE
		- Jonas			1 = Deficiente	(1) CEUD
	Ética y cuidado del medio-ambiente	- Sauvé y Orellana	Nivel de disposición al cuidado ambiental	Demuestra disposición para el cuidado ambiental	2 = Satisfactorio	(2) CEUS
		- Capra			3 = Bueno	(3) CEUB
		- Boff			4 = Muy bueno	(4) CEUMB
	Ética y cuidado del medio-ambiente	- Conde, González, Mendieta	Nivel de disposición al cuidado ambiental	Demuestra disposición para el cuidado ambiental	5 = Excelente	(5) CEUE
		- Jonas			1 = Deficiente	(1) ECMAD
		- Paulo Freire			2 = Satisfactorio	(2) ECMAS
	Ética y cuidado del medio-ambiente	- Conde, González, Mendieta	Nivel de disposición al cuidado ambiental	Demuestra disposición para el cuidado ambiental	3 = Bueno	(3) ECMAB
		- Jonas			4 = Muy bueno	(4) ECMAMB
		- Paulo Freire			5 = Excelente	(5) ECMAE

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.6. Matriz de entrevistas, resultados

	Categorías	Indicadores	Nivel	Código	Resultados
Entrevista	Relación con el entorno universitario	Establece un sentido de pertenencia con el entorno universitario	1 = Deficiente	(1) PCEEUD	2 educandos se apropian de manera integral el entorno universitario.
			2 = Satisfactorio	(2) PCUS	5 educandos se apropian de manera fragmentada el entorno universitario, están en una transición de pertenencia.
			3 = Bueno	(3) PCEUB	2 educandos definen la pertenencia con el entorno universitario de una manera individualista, teniendo una apropiación dispersa de este.
			4 = Muy bueno	(4) PCEUMB	
			5 = Excelente	(5) PCEUE	
	Cuidado del entorno universitario	Reconoce su responsabilidad en relación con el cuidado del entorno	1 = Deficiente	(1) CEUD	(2) CEUS 1 educando
			2 = Satisfactorio	(2) CEUS	(3) CEUB 4 educandos
			3 = Bueno	(3) CEUB	(4) CEUMB 4 educandos
			4 = Muy bueno	(4) CEUMB	
			5 = Excelente	(5) CEUE	
	Ética y cuidado del medioambiente	Demuestra disposición para el cuidado ambiental	1 = Deficiente	(1) ECMAD	(1) ECMAD 1 educando
			2 = Satisfactorio	(2) ECMAS	(3) ECMAB 2 educandos
			3 = Bueno	(3) ECMAB	(4) ECMAMB 5 educandos
			4 = Muy bueno	(4) ECMAMB	(5) ECMAE 1 educando
			5 = Excelente	(5) ECMAE	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los datos de la matriz de entrevistas, se puede entender que la manera como los educandos se relacionan con el entorno universitario es principalmente de nivel medio en cuanto al sentido de pertenencia que tienen de este contexto. Por otra parte, el cuidado del entorno universitario es visto principalmente desde niveles de atención alto y medio, sin embargo, aún se presenta indiferencia por parte del educando frente a cuidado del entorno universitario.

En ese sentido, al analizar el nivel de disposición al cuidado ambiental desde una perspectiva ética hacia el medioambiente, se observó que la mayoría de los educandos demuestran un marcado compromiso en promover y velar por la preservación del entorno natural.

Tabla 5.7. Matriz grupo focal, categorías, preguntas y objetivos

Categoría	Preguntas	Objetivos
Percepción	¿Qué es el medioambiente para ustedes, cómo lo describirían? ¿Es importante el medioambiente, por qué y para quién? ¿Consideran que el medioambiente está siendo amenazado por el hombre o no recibe los cuidados que requiere, por qué? ¿Cómo es el caso de Colombia? ¿Podría dar ejemplos específicos?	Identificar las percepciones de los estudiantes de la PUJ sobre qué es el medioambiente.
Cuidado	¿Qué entiendes como cuidado del medioambiente? ¿Podrías detallar estrategias o actividades específicas? ¿Cuáles de estas estarían a tu alcance y de tus compañeros? ¿Cuáles de estas actividades realizas tú para cuidar el medioambiente? ¿Qué es eso de reciclar? ¿Ustedes lo hacen, cómo, cuándo y dónde? ¿Sientes que cuidas el medioambiente, por qué? ¿Piensas que haces cosas en contra del medioambiente? ¿Piensas qué más pudieses hacer?	Reconocer prácticas que definen el cuidado del medioambiente de acuerdo con el estudiante de la PUJ.
Ética	¿Qué entiendes por educación ambiental, has recibido educación ambiental y dónde? ¿Consideras que puede ser importante la educación ambiental, para el cuidado del medioambiente y por qué? ¿Y los valores tienen alguna relación con la educación ambiental, cómo y por qué? ¿Cuáles serían esos valores relacionados con educación ambiental? ¿Cuáles de tus valores crees se relacionan con educación ambiental?	Establecer la relación ética y pedagogía, para el cuidado del medioambiente.
Relación	Si yo digo PUJ y espacio medioambiental, ¿qué te viene a la cabeza? ¿Influye este medioambiente en la forma en cómo te sientes en la PUJ? ¿De qué manera? ¿A través de qué actividades? ¿Este medioambiente universitario está conectado con lo académico? ¿Qué actividades reconoces hace la universidad para cuidar los espacios del campus universitario? ¿Consideras que la comunidad javeriana se preocupa por cuidar el campus universitario? ¿Crees que la universidad imparte educación ambiental o la has tenido en tu programa académico?	Relación del cuidado del medio ambiente y la PUJ.
Cocreación	Menciona una actividad que haces a diario para el cuidado del medioambiente. ¿Qué estás dispuesto a hacer, para cuidar el medioambiente? ¿Conoces alguna práctica de cómo hacer un ejercicio para invitar a cuidar el medioambiente? ¿Qué actividades relacionadas con la educación ambiental has realizado? ¿Te gustaría conocer y participar en programas de educación ambiental, por qué? ¿Cómo te gustaría fuera un programa de educación ambiental promovido por la universidad? Hacer reflexión, <i>collage</i> y sustentación.	Cocreación de la práctica pedagógica adecuada para la formación en educación ambiental integral. <i>Collage</i> con materiales para resolver la pregunta final.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5.8. Matriz grupo focal, categorías, objetivos y hallazgos

Categoría	Objetivos	Hallazgos
Percepción	Identificar las percepciones de los estudiantes de la PUJ sobre qué es el medioambiente.	<p>Las actividades dialógicas les permiten a algunos educandos reconocerse como parte del ambiente, la importancia de producir sin afectar la naturaleza, que todo el ambiente es un sistema complejo.</p> <p>Los educandos reconocen que hay una relación de coexistencia, un equilibrio entre el hombre y el medioambiente para determinar su pervivencia.</p>
Cuidado	Reconocer prácticas que definen el cuidado del medioambiente de acuerdo con el estudiante de la PUJ.	<p>Los educandos identifican cómo la educación es una herramienta que lleva a mejorar las conductas de las personas, en relación con la manera como cuidan el medioambiente.</p> <p>Exponen la falta de conciencia desde las acciones más cotidianas para procurar por el cuidado de la casa común, critican la indiferencia de algunos.</p>
Ética	Establecer la relación ética y pedagogía para el cuidado del medioambiente.	<p>Un educando reconoce su formación frente al autocuidado, que existen diferentes estrategias de motivación para alcanzarlo, pero son pocas las personas que lo hacen.</p> <p>También exponen que acerca de las problemáticas ambientales, ellos por iniciativa personal buscan información, ven documentales porque es un tema con el que conectan, pero desde lo académico no se recibe nada.</p> <p>La mayoría de los educandos critican como afectan de manera negativa el planeta las estrategias capitalistas de consumo. (Obsolescencia programada)</p>
Relación	Relación del cuidado del medioambiente y la PUJ.	<p>Para algunos educandos el cuidado no es más que un ejercicio de clase, pero no necesariamente se genera conciencia porque es más por cumplir, se realizan actividades académicas, pero no conecta con el tema en realidad, en lo académico a veces no se cuida de verdad.</p> <p>Exponen la necesidad de conectar tanto las actividades académicas como en general dentro del campus de forma clara para cuidar el medioambiente.</p>
Cocreación	Cocreación de la práctica pedagógica adecuada para la formación en educación ambiental integral. <i>Collage</i> con materiales para resolver la pregunta final.	<p>Los educandos piensan que es complicado o difícil intentar hacer comentarios de reflexión hacia la conciencia de las personas, más aún estas personas solo velan por intereses económicos y sienten que la problemática ambiental es algo que no les afecta, según las experiencias de estos educandos, estas personas tal vez nunca piensen en aportar al cuidado del medioambiente.</p> <p>Los educandos exponen que la universidad debería enseñar cómo separar y poner en evidencia cómo se pueden hacer cosas para cambiar las dinámicas de la comunidad.</p> <p>Se requiere brindar información más práctica, mostrando lo crítico que puede ser el seguir sin hacer nada, exponer datos de la universidad, cómo hacer para disminuir los impactos, cómo de verdad intervenir y aportar.</p> <p>Actividades con las que se pueda mostrar cómo el cuidado del medioambiente afecta sus carreras, debe ser al aire libre y lo que se pretende es que lo que aprendan sea información que queda para siempre en la conciencia colectiva.</p>

Fuente: elaboración propia.

La tabla 5.8 define algunos de los hallazgos más relevantes que emergen de las voces de los estudiantes en los diálogos sostenidos en el grupo focal y a la luz de los conceptos teóricos asociados a las categorías y los objetivos que orientan las preguntas de este instrumento.

Además, se comprendió la importancia que representa para la educación ambiental el articular la práctica profesional, como un elemento fundamental de apropiación de conocimiento, en la construcción de una conciencia colectiva sobre las problemáticas ambientales. Esto, como resultado de los diálogos y experiencias expuestos por parte de educandos en los diferentes momentos de esta investigación.

## Discusión

La interpretación y análisis de la información aportada por los educandos como participantes de esta investigación hizo posible comprender que aún se conserva una dualidad en la forma en la que los educandos perciben el medioambiente. En general, ellos no reconocen la integralidad del concepto *medioambiente*. Los educandos establecen una disociación entre ellos y el entorno, contrario al concepto que se propone esta investigación, en el cual, a partir de una teoría holista y de complejidad, el medioambiente es una red compleja de relaciones: casa común.

Además de la dualidad, se encuentra que no tienen claro qué es ecología y qué es medioambiente. Lo enunciado por ellos revela que tienen una visión fragmentada del concepto *medioambiente* y una percepción definida en un devenir entre antropocentrismo y ecocentrismo. Como es de esperar, esta dualidad debe transformarse en el contexto humanístico de la educación ambiental hacia una concepción del medioambiente en la que prevalezca un sentimiento de pertenencia hacia el entorno, que les permita asumir la responsabilidad de sus acciones frente al sistema complejo de vida y sentir que hacen parte de la casa común. Entender la diferencia y la relación entre los conceptos *ecología* y *medioambiente*, en su dimensión epistemológica, permite a los educandos tener más claridad en el desarrollo de su conciencia ambiental. Así podrán formarse profesionales capaces de apropiar como idea central que su existencia depende de su armonía con la naturaleza y otras formas de vida, asumiendo

con responsabilidad su actuar para alcanzar una coexistencia digna en relación con su entorno.

Si esta mirada dicotómica del educando perdura sin una verdadera intervención de la pedagogía crítica, es probable que él no reconozca la importancia del urgente llamado que viene haciendo el planeta Tierra para frenar el deterioro al que ha sido sometida la casa común y todas las formas de vida, lo que lleva a que no se sienta involucrado y responsable, porque la confusión en su mirada no le permitirá valorar y valorarse en el ejercicio de la actitud del cuidado, convirtiéndole en un indiferente frente al problema ambiental actual.

En el sentido de la indiferencia en la que recae el educando, se traduce como un distanciamiento entre los educandos y el ambiente, esto hace que la naturaleza pierda su valor intrínseco, lo que ocasiona que ellos no se preocupen por las acciones de cuidado y omitan aportar a la sostenibilidad o trabajar mutuamente. Sin cuidado no habrá sostenibilidad para el mediano y largo plazo, es decir, la casa común se deteriorará más rápido de lo pensado. Por ello es clave la transformación de los educandos, desconectándolos de la conciencia que deberían asumir frente a las actividades cotidianas, en las que su actuar se define como una pseudopreocupación, debido a que no integra en sus actitudes lo individual y lo grupal frente a su relación con el entorno.

Se hace perentorio que el educando entre en diálogo con los elementos de su entorno para descubrir la complejidad que habita y que esta influye en la coexistencia, por lo que puede reconfigurar y dimensionar los valores asociados al cuidado de la casa común. De este modo, al definir las acciones desde una conciencia ambiental, en la que el respeto, la solidaridad, la honestidad, el amor y la empatía aporten los elementos éticos, políticos y de corresponsabilidad, el educando podrá corresponder a una coexistencia con la naturaleza y consigo mismo para devenir en un nuevo individuo dinámico y orgánico que en la alteridad deconstruya el paradigma antropocéntrico que el desarrollo económico ha propiciado. El consumismo y el egoísmo deben reorientarse hacia una ética que cuida el respeto por el otro, como parte de la casa en común, es decir, de una ética que camina junto a los valores, como acciones dispuestas al cuidado de manera coherente y no mecánica.

En el análisis emerge la influencia del poder adquisitivo. Para el educando es un catalizador que incide en el distanciamiento entre él y su conciencia

ambiental, y su escasa o casi nula corresponsabilidad frente al cuidado de la casa común. En este sentido, es importante que el educando desarrolle un proceso dialógico de aprendizaje que aporte a su formación y lo libere de seguir creyendo que el ser humano es el centro de todo.

Con el apoyo de la pedagogía transformadora hay que acompañar al educando para que llegue a construir una conciencia ambiental a través de la experiencia, a lograr una disposición de cuidado y corresponsabilidad en la dinámica de la construcción de un *ethos* global. Aquí el educando se convierte en ese sujeto transformador que, bajo la mirada de Freire, es al mismo tiempo educando y educador, en esta relación el educador cumple su acción como acompañante, a través de la ubicación de la problemática y la formulación de preguntas para ayudar a poner en situación al educando hacia el compromiso individual y colectivo, hacia la transformación de la manera como se vive, en este caso, cómo coexiste con el entorno para oponerse a la mirada bancarizada de los conocimientos. Estos conocimientos no son impuestos, pero sí exigen una disciplina que pasa por unas propuestas de aula crítica, así no le agrada al educando, y deben ser obtenidos por experiencias que posteriormente induzcan al educando a asumir su proceso de formación sumergido en la praxeología, todo esto en la complejidad de las relaciones en el mundo.

Como aporte desde los presupuestos teórico-conceptuales de esta investigación, se plantea la necesidad de orientar un nuevo currículum en el que la educación ambiental integral posibilite que el educando se mueva en un aula abierta entre el ambiente y lo ecológico, en la que debe ser consciente que segundo a segundo, a través de sus acciones, pone en juego a la especie humana, pues si erradica las otras especies del entorno, él muere. Por tanto, en este proceso, a través de los fundamentos de la teoría holística, el educando puede comprender la complejidad y la integralidad de la casa común, la ética del cuidado y la corresponsabilidad en la coexistencia.

De acuerdo con el enfoque de investigación utilizado en una propuesta de educación ambiental integral, cabe entender que la praxeología “no es la transformación objetiva (separada de la subjetividad) ni la actividad subjetiva (separada de la objetividad), sino la unidad de ambos momentos” (Sánchez Vázquez, 1977, p. 2), lo que “supone cierta relación mutua en virtud de la cual la praxis funda a la teoría, la nutre e impulsa a la vez que la teoría se integra como un

momento necesario en ella” (p. 3) como crítica, compromiso, laboratorio, conciencia y autocrítica (Juliao, 2014; Sánchez Vásquez, 1977).

Esto viene a ser el resultado de usar el diálogo como instrumento y, en la coherencia de un currículum praxeológico, cuidar de la palabra en un diálogo de saberes que al final se traduce en acciones contundentes y lógicas, dentro de los lineamientos que establecen actitudes necesarias para salvaguardar el planeta.

La falta de educación ambiental en las distintas disciplinas universitarias representa un problema significativo, ya que limita la conciencia, los conocimientos y las habilidades necesarias para abordar los desafíos ambientales de manera efectiva, dificulta la promoción de una cultura de sostenibilidad y perpetúa un enfoque fragmentado en la forma en que se enfrentan las problemáticas ambientales. Por ello se propone una nueva educación ambiental integral inspirada en la educación crítica de Freire (2010), de tal forma que el currículo académico sea un elemento de socialización estratégico en el cual converjan academia-empresa-comunidad-ambiente para que el estudiante de educación superior se forme en competencias que le permitan involucrarse, desde la ética del cuidado, con nuevas formas de vivir en sociedad en armonía con la naturaleza.

En este sentido, ambientar la educación superior sería la vía más expedita para generar conciencia y fomento ambientalista en comunidad, para que los comportamientos responsables del manejo ambiental sostenible puedan imprimir cambios en los valores, conductas y estilos de vida, haciendo del educando-educador un sujeto transformador que concede especial importancia al ejercicio de apropiar la ética del cuidado en la cotidianidad, convirtiendo este elemento en un concepto que transversalice el tránsito de un estado a otro en su proceso de formación profesional para de este modo ampliar sus conocimientos e impulsar los procesos de prevención y resolución de los problemas ambientales que influyen en el presente y el futuro de la casa común.

La educación ambiental integral logra que el educando adopte una actitud ética para pensar, desde un enfoque reflexivo, como acto libertario frente a dinámicas insostenibles, como lo exponen los educandos.

Estas situaciones instan al educador a que también se reconstruya en su actitud bajo la pedagogía crítica, abandonando el carácter de poseedor privilegiado del conocimiento, pues ahora es un sujeto problematizador que acompaña al educando en un diálogo sensato en el que la pregunta como didáctica

permite llevar la palabra a una acción coherente y lógica con las dinámicas de la triada que la teoría holística propone para esta investigación. El educador es un sujeto que influye en el proceso que lleva al educando a un nuevo nivel de conciencia ambiental, que dignifica la casa común desde un actuar ético y de responsabilidad; el pensar deja de ser una acción interna y mental y se convierte en un acto libertario de reconstrucción de la realidad en el ejercicio de su hacer, ser y saber profesional dentro un aula crítica que, en lo praxeológico, le exige ver (observar), juzgar y actuar alineado a la deconstrucción del paradigma antropocéntrico.

Fruto de la educación ambiental integral surge un grupo de profesionales íntegros, capaces de darle el valor de proteger lo que, en palabras de Boff (2006), se define como la casa común, por eso es necesario que la universidad tome en cuenta que para formar al educando en actitudes proambientales, como un elemento de aprendizaje significativo, debe introducirlo en la dinámica del materialismo dialéctico con su entorno, en la que los profesionales en formación deben reconstruir el significado del *ethos* global, a partir de un diálogo de saberes desde lo emocional, lo académico y lo comunitario en el ejercicio de convivir como ser dependiente de la naturaleza. Bajo estos preceptos, es ineludible pensar que la educación ambiental integral abre la posibilidad al educando de desarrollar competencias en la movilización de sus diálogos de saber, en ejercicios colectivos, reconociendo su rol como agente de cambio con la claridad de quién es responsable en cuidar lo mundial desde la ética. Se debe reconocer que todo acto de educación ambiental integral debe conceptualizarse como un facilitador para que el futuro profesional desarrolle la conciencia ambiental necesaria para actuar sobre la problemática ambiental desde una postura reflexiva, lo que fortalece su capacidad crítica en pro de generar nuevos conocimientos y valores que contribuyan en lo holístico a salvaguardar el complejo sistema de vida.

### *Conclusión*

Desde los inicios de este proyecto ha rondado una pregunta que puede definirse, además de los hallazgos como el eje central de la investigación: ¿cuál es la actitud ética de los estudiantes pertenecientes a la Pontificia Universidad Javeriana de Cali frente a su entorno ambiental universitario?

- El aporte significativo de esta investigación se centra en conceptualizar la educación ambiental integral, la cual implica el cuidado de sí mismo y del ambiente desde una perspectiva de la otredad. A su vez, este término vincula la praxis como elemento fundamental que hace posible, en el método de la pedagogía crítica del ver, juzgar y actuar, aportar específicamente a la formación de profesionales íntegros. La educación ambiental integral se enmarca en un enfoque crítico, en línea con la apuesta teórica de Paulo Freire y el principio de responsabilidad de Hans Jonas. En este contexto, se reconoce que el educando debe no solo adquirir conocimientos sobre el medioambiente, sino también aprender de sí mismo, de los demás y de la interacción con su entorno. Es a través de este tipo de educación que se fomenta una conciencia ambiental sólida y se promueve la acción responsable para enfrentar los desafíos ambientales en nuestra sociedad. Este postulado le permitirá comprender y estar comprometido con las dinámicas actuales que buscan mitigar el deterioro ambiental de manera holística y no fragmentada, teniendo la disposición de deconstruir las realidades del mundo que lo hacen partícipe de la cotidianidad.
- Haciendo la mirada a partir de los ejercicios desarrollados con los estudiantes hay evidencia de su conexión con ese entorno, con su casa común, sin embargo, es una conexión fragmentada por el desconocimiento, pues no existe una educación ambiental integral. Los educandos están conectados, se identifican con ella, pero les cuesta volverla parte de su cotidianidad. En ese día a día de actividades y de otros intereses, la casa común para algunos se vuelve paisaje, agradable, grato, propicio dependiendo de la necesidad, conscientes o inconscientes, que deben o deberían cuidarla, pero con dificultades para hacerlo o asumirlo, particularmente porque no se ven inmersos en ese entorno como cohabitantes; el sistema los aliena y los introduce en una invisibilidad frente a una realidad que tienen presente, que quisieran abordar y, aun queriendo, no saben con claridad cómo hacerlo. Un elemento fundamental propuesto por la investigación es la claridad con la que el educando y el educador deben comprender qué es “la casa común”. Es necesario también que en las prácticas pedagógicas propuestas en academia-empresa-comunidad

se apropie este término expuesto desde el pensamiento de Boff, que en los elementos de la teoría holística comprenden que lo planetario y la naturaleza son esa “casa común” en la cual habitan todas las formas de vida (humanas y no humanas), que hacen posible que el individuo dimensione una red compleja de relaciones que integran las dinámicas de coexistencia para cuidar, desde la ética, el sistema complejo de vida “la casa común”.

- La educación ambiental integral es un ejercicio pedagógico dialéctico, comunitario y holístico que debe ser asumido en una labor de coformación entre educandos, educadores, universidad, empresas y comunidades en un entorno local específico; se debe formar de manera integral procurando el cuidado del medioambiente desde la apropiación de prácticas, como un componente didáctico para la construcción de conocimientos fundados en una reflexión crítica y dinámica. En el proceso de la praxeología el individuo entra en contacto con los elementos del medioambiente, como parte del materialismo dialéctico, siendo conducido bajo el precepto de la dimensión de la casa común para proponer acciones en pro del desarrollo de una conciencia ambiental que le lleva a percibir la realidad del entorno y definir una manera de relacionarse con ese entorno que el cuidado ético sumerge, desde una coexistencia a un ejercicio de corresponsabilidad.
- Existe una relación importante entre las bases axiológicas y la manera como los educandos perciben el medioambiente, cuando los valores apropiados son un concepto claro para el individuo. Este entiende y se relaciona con el entorno de manera respetuosa y responsable, dimensionando cómo sus acciones influyen directamente sobre el medioambiente, conformando las actitudes que, desde una conciencia pro ambiental, se traducen a acciones de cuidado y autocuidado como reflejo de la corresponsabilidad en la coexistencia en la casa común. De esta manera se puede afirmar que los valores son externalizados en algunos casos como actitudes ecocéntricas o que, por el contrario, su ausencia conduce al educando a la indiferencia respecto de los problemas ambientales.
- Entender la existencia del hombre desde la actitud ética del cuidado, en una dimensión de corresponsabilidad con las demás formas de vida que

habitan la casa común, es el enfoque que hace de la educación ambiental una competencia multidisciplinar que solo desde la práctica consigue que el educando pueda asimilar y apropiarse conocimientos en un proceso de aprendizaje significativo, que alienten a reflexionar desde la crítica su nivel de conciencia ambiental. Esto lo conduce a experimentar un cambio de valores y actitudes dentro de la responsabilidad del cuidado del medioambiente, de tal manera que el educando es precursor de acciones de transformación en la cotidianidad de sus prácticas sociales y profesionales que se empeñan en mantener la armonía de la casa común.

- Finalmente, con esta investigación se invita a seguir explorando la actitud ética en las percepciones de los diferentes actores y su relación con el tema medioambiental, consolidando así una dinámica de alteridad de las actitudes, en la que las acciones que se realicen partan de sus valores y valoraciones para que se vean reflejadas en las experiencias de coexistencia respetuosas y responsables con la casa común.

## Referencias

- Aguado, G. *et al.* (2018). *Pedagogía de los cuidados. Aportes para su construcción*. Fundación InteRed. <https://bit.ly/2sv660i>
- Álvarez Suárez, P. y Vega-Marcote, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14, 25-38.
- Boff, L. (1999). *Saber cuidar. Ética do Humano, Compaixão Pela Terra*. Petrópolis. Editora Vozes.
- Boff, L. (2001). *Ética planetaria desde el Gran Sur*. Trotta.
- Boff, L. (2002). *El cuidado esencial: ética de lo humano, compasión por la tierra*. Trotta. <https://bit.ly/2PQCMLc>
- Boff, L. (2006). Respeto y cuidado hacia la comunidad de la vida mediante el entendimiento, compasión y amor. En *La carta de la tierra en acción*. <http://www.earthcharterinaction.com/invent/images/uploads/Boff.pdf>
- Boff, L. (2012a). *El cuidado necesario*. Trotta.
- Boff, L. (2012b). *Que significa propiamente "cuidado"*. <https://bit.ly/2pnPEgH>
- Bonilla, E. y Rodríguez, P. (1997). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Norma.
- Capra, F. (1983). *El tao de la física*. Editorial Sirio.

- Capra, F. (1996). *La teoría de la vida. Una nueva comprensión científica de los sistemas vivos*. Cultrix
- Cecchetto, S. (2007). ¿Una ética de cara al futuro? Derechos humanos y responsabilidad de la generación presente frente a las generaciones por venir. *Andamios*, 6(3), 61-80. <http://www.scielo.org.mx/pdf/anda/v3n6/v3n6a3.pdf>
- Conde-Hernández, R., González-Castillo, O. y Mendieta-Márquez, E. (2006). Hacia una gestión sustentable del campus universitario. *Casa del Tiempo*, 94(93), 15-25. <https://bit.ly/2QPl4ZH>
- Consejo Episcopal Latinoamericano (CELAM). (1979). La evangelización en el presente y en el futuro de América Latina. Puebla. *Conclusiones de la III Conferencia General del Episcopado Latinoamericano*.
- De Souza, J. (2013). *La crisis global de la "innovación para el desarrollo. Del positivismo al constructivismo para construir modos de vida localmente sostenibles*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 1(48)1, 11-15. <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122005.pdf>
- Delors, J. (presidente). (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI*. Ediciones Unesco/ Grupo Santillana de Ediciones.
- Escobar, G. M. (1985). *Paulo Freire y la educación liberadora*. Consejo Nacional de Fomento Educativo. <https://bit.ly/2MMwXfN>
- Foro Global Ciudadano de Río. (1992). *Tratado de educación ambiental hacia sociedades sustentables y de responsabilidad global*. <https://docplayer.es/13087500-Tratado-sobre-educacion-ambiental-para-sociedades-sustentables-y-responsabilidad-global.html>
- Foucault, M. (1984, 20 de enero). *La ética del cuidado de sí como práctica de la libertad: diálogo con H. Becker, R. Fornet-Betancourt, A. Gómez-Müller*. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/NOMBRES/article/viewFile/2276/1217>
- Freire, P. (1978). *La educación como práctica de la libertad*. Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (1984). *La importancia de leer y el proceso de liberación*. Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (1986). *Hacia una pedagogía de la pregunta (Conversaciones con Antonio Faúndez)*. Ediciones La Aurora.
- Freire, P. (2004). *Pedagogía de la autonomía*. Paz e Terra.
- Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI Editores.
- Freire, P. (2010). *El grito manso*. Siglo XXI Editores.

- Goetz, J. P. y Lecompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Morata.
- Gómez, M. V., Mafra, J. y Fernández de Alencar, A. (2007). *Paulo Freire. Contribuciones para la pedagogía*. CLACSO. <https://bit.ly/2xqLIQv>
- Gomera Martínez, A. (2008). *La conciencia ambiental como herramienta para la educación ambiental: conclusiones y reflexiones de un estudio en el ámbito universitario*. Centro Nacional de Educación Ambiental. <http://bit.ly/2GQYD3j>
- Guber, R. (2007). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Norma.
- Gudynas, E. (2011). Buen vivir: Germinando alternativas al desarrollo. *América Latina en Movimiento (ALAI)*, 462, 1-20. <https://bit.ly/2f9aiLf>
- Have, H. (ed.). (2010). *Environmental ethics and international policy*. Unesco Publishing.
- Jonas, H. (1995). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder
- Juliao, C. (comp.) (2014). *Una pedagogía praxeológica*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.
- Ministerio de Educación de Colombia. (2005). Educación ambiental construir educación y país. *Altablero*, 36. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-90891.html>
- Peirano, M. (1995). *A favor da etnografía*. Relume Dumará.
- Pujadas, J. J. (coord.). (2010). *Etnografía*. Editorial UOC.
- Rivas Fontán, L. H. (2010). *La ética de la responsabilidad de Hans Jonas y la problemática medioambiental* (trabajo de grado), Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Sánchez Vázquez, A. (1977). La filosofía de la praxis como nueva práctica de la filosofía. *Cuadernos Políticos*, (12), 64-68.
- Sauvé, L. y Orellana, I. (2002). La formación continua de profesores en Educación Ambiental: la propuesta de Edamaz. *Tópicos en Educación Ambiental*, 4(10), 50-62.
- Speranza, A. (2006). *Ecología profunda y autorrealización*. Biblos.
- Vázquez, F. I. G., Ramos, M. F. D. y Verdugo, V. C. (2016). Conectividad con la naturaleza y conducta sustentable: Una vía hacia las conductas pro-sociales y pro-ambientales. *PSICUMEX*, 6(2), 81-96.
- Vásquez Caraballo, J. M. (2008). *Trinidad y sociedad: implicaciones éticas y sociales en el pensamiento trinitario de Leonardo Boff*. Secretariado Trinatrio.
- Villamil-Fonseca, O. L. (2003). Investigación cualitativa, como propuesta metodológica para el abordaje de investigaciones de terapia ocupacional en comunidad. *Umbral Científico*, 2. <http://www.redalyc.org/pdf/304/30400207.pdf>
- Zemelman, H. (2005). *Voluntad de conocer: el sujeto y su pensamiento en el paradigma crítico*. Anthropos.

## Capítulo 6. Cuidar el planeta desde la escuela\*

Alexander Mojica Ruiz

Este capítulo presenta la sistematización de la experiencia del club escolar de investigación y producción transmedia El Parche Ambiente Glocal, una alternativa pedagógica y de innovación educativa que busca que los estudiantes se familiaricen con el cambio climático y la gestión del desarrollo sostenible. Surge en el departamento de Boyacá, a partir del 2006, en el colegio del corregimiento Puerto Pinzón (2006-2008). Continuó en la Escuela Normal Superior Nuestra Señora del Rosario del municipio Güicán de la Sierra (2008-2012). Se fortaleció en la posprimaria San José del municipio de Siachoque (2013-2018) y, desde el 2019, continuó en la institución educativa Llano Grande en el municipio de Nuevo Colón. En esta investigación se muestra cómo desde la ruralidad se ha configurado la propuesta de sostenibilización curricular para la formación ciudadana planetaria<sup>1</sup> titulada “Tras las huellas del agua: conservamos nuestro territorio”. Con esta propuesta se desarrollan directamente doce e indirectamente los restantes cinco objetivos para el desarrollo sostenible proclamados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para el 2030, así como siete de los doce temas previstos en el Decreto Reglamentario 1038 de la *Cátedra de Paz*. La investigación formativa ha sido clave en este club, reconocido por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia como la mejor investigación en biología por estudiantes de sexto a noveno en el 2011 y como la mejor investigación escolar de

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.6>

<sup>1</sup> La ciudadanía planetaria es una categoría conceptual en la que la educación para el desarrollo sostenible integra lo local y lo global, generando el término *glocal* que se resume en la expresión “actuando localmente pensando globalmente”. Para mayor información véase <https://revistas.usal.es/tres/index.php/1130-3743/article/view/teoredu2915579/17342>

turismo en el país por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en el 2022. A continuación, se presentará la fundamentación teórica y conceptual de dicha experiencia. Seguido por la exposición de la línea de vida del club escolar “El Parche Ambiente Glocal” de acuerdo con la ruta metodológica planteada por Mendoza y Torres (2011). Para continuar con los resultados y su posterior análisis según las fases preparatorias, de movilización al cambio y de consolidación. Por último, se presentan las lecciones aprendidas y las metas proyectadas en el corto y mediano plazo.

## Introducción

Con el fin de aportar a la solución de la problemática ambiental del entorno de la escuela, por medio del fomento de las competencias científicas, comunicativas y ciudadanas de los estudiantes mediante la enseñanza para la comprensión e indagación, se ha diseñado e implementado progresivamente, a partir del 2006, el club escolar de investigación y producción transmedia El Parche Ambiente Glocal en el departamento de Boyacá.

El mencionado club escolar se ha constituido durante estos dieciséis años en una organización escolar que motiva la lectura y la escritura en los estudiantes, promueve el trabajo en equipo en estudiantes y docentes, y ha sido reconocido por el Ministerio de Educación Nacional en el 2014 como experiencia nacional en innovar y educar con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC); además, en el 2015, representó al país en el Simposio Global de TIC en Educación: Innovación en la Escuela, realizado en Incheon, Corea del Sur (Chipatecua, 2015). El Ministerio de Educación Nacional lo reconoció como el club de estudiantes que lidera la protección del ambiente en Boyacá (Forero, 2016). En el 2018, fue reconocido como experiencia nacional en pragmática de la educación ambiental y, en el 2020 y en el 2022, fue el mejor proyecto ambiental escolar en el país, caso de éxito STEM+ y buena experiencia de aprendizaje sobre alfabetización mediática e informacional.

La creación del club escolar El Parche Ambiente Glocal estuvo inspirada en los planteamientos de Delval (2006a) acerca de las transformaciones “que deberían introducirse en la escuela para que ésta contribuya a formar ciudadanos y no solo estudiantes” (p. 12). En primer lugar, *conseguir que los estudiantes*

*participen en la gestión de la escuela.* En segundo lugar, generar cambios en los contenidos que se enseñan, pero, sobre todo, la manera de enseñar esos contenidos. Y, en tercer lugar, la vinculación de la escuela con el entorno en el que se encuentra.

Dada la importancia de las transformaciones y de la propuesta curricular que el club escolar El Parche Ambiente Glocal ha buscado generar, se suscita la necesidad de la sistematización de dicha experiencia. En palabras de Jara (2015):

Hablamos de sistematizar experiencias que son siempre vitales, cargadas de una enorme riqueza por explorar. Cada experiencia constituye un proceso inédito e irrepetible y por eso en cada una de ellas tenemos una fuente de aprendizajes que debemos aprovechar precisamente por su originalidad, por eso necesitamos comprender esas experiencias, por eso es fundamental extraer sus enseñanzas y por eso es también importante comunicar y compartir sus aprendizajes. (p. 62)

Luego de dieciséis años de aplicar esta experiencia, lo anterior nos llevó a formularnos los siguientes interrogantes: ¿cómo se ha dado el proceso de formación ciudadana y ambiental en el club escolar El Parche Ambiente Glocal mediado por el uso y el aprendizaje de herramientas audiovisuales de comunicación y TIC? ¿Cuáles son los aportes de la experiencia a la formación ciudadana y ambiental de los estudiantes? ¿Qué caracteriza la relación pedagógica? ¿Qué es lo pedagógico de la experiencia? ¿Cómo se usa el audiovisual y las TIC en la experiencia? ¿Dónde están los nudos de tensión y los problemas de la práctica? ¿Dónde están las fortalezas? Y ¿cómo se vislumbra en el futuro la experiencia?

De esta manera, los objetivos de esta investigación son: interpretar las prácticas pedagógicas en el proceso de formación ciudadana y ambiental de la experiencia del club escolar El Parche Ambiente Glocal mediado por el uso y aprendizaje de herramientas audiovisuales de comunicación y las TIC entre los años 2006 y 2022. Realizar la reconstrucción histórica de la experiencia del club escolar El Parche Ambiente Glocal entre los años 2006 a 2022. Analizar el uso y el aprendizaje de herramientas audiovisuales y las TIC en la experiencia del club escolar El Parche Ambiente Glocal e interpretar la experiencia de dicho club en relación con la formación ciudadana y ambiental.

## **El cuidado: conectando la formación ciudadana y ambiental en la escuela**

La Ley 115 de 1994, por la cual se expide la Ley General de Educación, establece entre los fines de la educación:

La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación.

En 1996, la Unesco publica *La educación encierra un tesoro*, en el que se presentan los cuatro pilares de la educación: aprender a ser, aprender a conocer, aprender a hacer y aprender a vivir juntos. El último pilar, según Imbernón (2002), es la novedad más importante del informe de Jacques Delors (1996). En el aprender a vivir juntos se indica la necesidad de realizar proyectos comunes, para los cuales “la educación escolar debe reservar tiempo y ocasiones suficientes para iniciar desde muy temprano a los jóvenes en proyectos cooperativos [...] enriqueciendo al mismo tiempo la relación entre educadores y educandos” (Delors, 1996, p. 100). Los cuatro pilares no han perdido su pertinencia; sin embargo:

A los propios pilares le vendría bien una interpretación nueva, más centrada en la sostenibilidad. Aprender a vivir juntos, por ejemplo, no puede quedar limitado a los aspectos sociales y culturales de las interacciones humanas, sino que debe abarcar el interés por la relación de sociedad humana con el medio ambiente natural. (Unesco, 2015, p. 40)

De esta manera, la escuela, siguiendo los planteamientos de Delval (2006a), “debe enseñar a convivir, a compartir y a colaborar con los otros” (p. 123). Además, “la escuela podría aportar soluciones a los problemas que se plantean en la sociedad que la rodea” (p. 102). Entre los nuevos problemas que deberían abordarse en la escuela:

Merecerían un tratamiento en el currículo, pero no como nuevas materias específicas que se añadirían a los ya sobrecargados programas, sino que deberían

impregnar su organización y sugerir formas de tratamiento de las materias tradicionales. Entre ellos podemos mencionar la educación para el desarrollo sostenible. (p. 83)

A los cuatro pilares de la educación del Informe de la Unesco, Leonardo Boff (2012) le añade la urgencia de aprender a cuidar la Tierra (p. 145). Mientras que Silvia Parrat Dayan (2006), basándose en el mencionado informe, se pregunta “¿cómo transformar las prácticas pedagógicas para alcanzar estos múltiples objetivos?” (p. 158).

Estos tres referentes: la sostenibilidad, el cuidado y la práctica pedagógica se abordan desde la ciudadanía planetaria “que hace hincapié en la responsabilidad de la comunidad mundial de preservar el planeta Tierra” (Unesco, 2016, p. 15).

### **Ciudadanía planetaria: educación para el desarrollo sostenible**

Como resultado de la iniciativa de las Naciones Unidas *La educación, ante todo*, hizo que “la educación para la paz y el desarrollo sostenible” fuera la meta general de la Unesco para los años 2014-2021 (Unesco, 2016, p. 12). Veinte años atrás en Colombia se expide el Decreto 1743 de 1994 que orienta la educación ambiental, en cuyo artículo segundo expresa: “La educación ambiental deberá tener en cuenta los principios de interculturalidad, formación en valores, regionalización, de interdisciplina y formación para la democracia, la gestión y la resolución de problemas. Debe estar presente en todos los componentes del currículo”.

Por otro lado, desde la Agenda 21<sup>[2]</sup>, la conceptualización de educación ambiental (Mayer, 2022) ha cambiado por una educación para el desarrollo sostenible y con ello finalmente a la educación para una ciudadanía planetaria. Motivo por el cual, hoy “la atención de los educadores a la formación de una

<sup>2</sup> La Agenda 21 o Programa de Acción de las Naciones Unidas fue acordado en la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992. Este programa buscaba impulsar la sostenibilidad a nivel mundial y orientar la consolidación de un nuevo modelo de desarrollo para el siglo XXI. Dicha agenda, como estrategia global, fue suscrita por Colombia y otros 172 países miembros de las Naciones Unidas comprometidos en la construcción de políticas ambientales, económicas y sociales encaminadas a alcanzar un desarrollo sostenible (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012, p. 6).

ciudadanía planetaria resulta imprescindible si queremos avanzar en el camino de la sostenibilidad” (Murga y Novo, 2017, p. 73). Por lo tanto, la práctica docente, continuando con estas autoras, requiere “una reorientación con la finalidad de sostenibilizar el currículum, dar cabida en él a problemas socio ecológicos relevantes —desde el punto de vista científico, pero también para los participantes en el proceso formativo— [...]” (p. 73).

Con este enfoque curricular centrado en el estudiante se forma un ciudadano sensible e involucrado en la solución a los problemas ambientales globales. Según esta visión de ciudadanía, el ciudadano planetario asume “no solo derechos, sino también responsabilidades para con la casa común, la biosfera, en el marco de una convivencia pacífica, nacional e internacional” (Murga y Novo, 2017, p. 62). Por consiguiente, “la sostenibilidad y el cuidado deben asumirse conjuntamente para impedir que la crisis se transforme en tragedia y para dar eficacia a las prácticas que buscan fundar un nuevo paradigma de convivencia ser-humano- vida-Tierra” (Boff, 2012, p. 15).

### **Aprender a cuidar: paradigma nuevo y alternativo**

En este apartado nos centramos en la idea de cuidado de Leonardo Boff, quien “aborda la relación ser humano / naturaleza como una cuestión dialéctica, resaltando el hecho de que ambos están indisolublemente unidos y que el destino de unos se vincula con el destino de la otra. Con una clara visión sistémica” (Murga y Novo, 2017, p. 65). Con el fin de superar la grave crisis social y ecológica que estamos atravesando, se plantea:

Una forma nueva de orientar el sentido de nuestra vida y nuestra percepción y relación con la realidad. Consistirá, afirma Boff, en un paradigma que nos vuelva a relacionar con la naturaleza, que nos devuelva nuestro sentido de pertenencia a ésta y de vínculo con todos sus elementos. (Álamo, 2011, p. 243)

Por consiguiente, el cuidado “representa un nuevo modo de ser, de actuar, de producir, de distribuir los bienes producidos y de manejar los residuos” (Boff, 2012, p. 44). El cuidado es un referente clave para orientar las prácticas educativas, entendido desde el sentido de prevención y precaución inherente a nuestro

estar en el mundo. Entre todos los seres, “solo el ser humano posee una dimensión ética: él es cuidador y responsable de su hábitat, la Tierra; su misión no es la de dueño y señor, sino la de huésped, cuidador y guardián” (Boff, 2012, p. 48). Es decir, el cuidado no se refiere solo a actividades “prácticas”, sino a un modo de “pensar no por separaciones sino por conexiones” (Mayer, 2002, p. 98). En palabras de Boff (2002), “el cuidado de la Tierra representa lo global. El cuidado del propio nicho ecológico representa lo local” (p. 109). La conexión de estos dos cuidados lo hace el corazón que representa el sentimiento y la capacidad de encontrar la justa medida y un equilibrio dinámico. Por lo tanto,

La actitud de sentir con cuidado debe transformarse en cultura y exige un proceso pedagógico, más allá de la escuela formal, que penetre instituciones y haga surgir un nuevo estado de conciencia y de conexión con la Tierra y con todo lo que existe y vive en ella. (Boff, 2002, p. 95)

En este sentido, según Mayer (2002) “es necesario que en la escuela se desarrollen competencias, conocimientos y actitudes que permitan replantear nuestra relación con el mundo en el sentido de habitar la Tierra con sabiduría” (p. 95). Ante lo cual se suscita como modo de habitar la Tierra, el “*sumak kawsay*, vocablo quechua que significa buen vivir” (Unesco, 2015, p. 31).

En términos de Boff (2012), el buen vivir apunta a una ética de lo suficiente y de lo decente para toda la comunidad; supone una “visión holística e integradora del ser humano, insertado en la gran comunidad terrenal, que incluye además el aire, el agua, los suelos, las montañas, los lagos, los árboles y los animales” (p. 62). Y nos invita “a no consumir más de lo que el sistema puede soportar, evitar la producción de residuos que no podamos absorber con seguridad y a reutilizar y reciclar todo lo que hayamos usado” (p. 63).

De esta manera, los ciudadanos planetarios tenemos la responsabilidad de trabajar por el desarrollo sostenible en un tiempo histórico en el que “el cuidado está ligado a cuestiones vitales que pueden significar o la destrucción de nuestro futuro o que se mantenga nuestra vida sobre este pequeño y bello planeta” (Boff, 2012, p. 25). Por último, “el cuidado es la condición previa necesaria para que algo pueda existir y subsistir, es la disposición anticipada de toda práctica y de toda acción [...] Sin cuidado, la práctica deja de ser constructiva y expresión de la libertad” (Boff, 2012, p. 39).

### **¿Cómo transformar las prácticas pedagógicas para alcanzar estos múltiples objetivos?**

Para ello, se requiere un educador practicante reflexivo. Según Parrat (2006):

Se trata de un educador actor y no ejecutor. Este nuevo educador debe ser un especialista del aprendizaje y adoptar una pedagogía de tipo constructivista y diferenciada. Eso implica que el educador no trasmite más un saber y que por el contrario lleva a sus estudiantes a ser actores de sus formaciones respectivas y de esta forma les ayuda a construirse como sujetos [...] Por último, este nuevo profesional trabajará en equipo y desarrollará prácticas institucionales de gestión colectiva relacionada con la vida de su establecimiento. (p. 161)

Continuando con esta autora, el rol del educador es “guiar y acompañar al estudiante en sus investigaciones, intentos, actividades, iniciativas” (p. 164). Es decir,

En vez de colocarse delante de los estudiantes como portavoz de un saber específico, ponerse en medio de ellos, intercambiar en vez de mirarlos de arriba abajo, bajarse a su altura para estar ojo a ojo, cara a cara y buscar juntos lo nuevo. (Boff, 2012, p. 140)

Por consiguiente:

Este tipo de enseñanza genera un estudiante que no toma notas y repite lo que escuchó, sino que dialoga, busca información, organiza su tarea, colabora con los otros, es activo y autónomo. Con este estudiante el aula se transforma en un espacio de investigación, debate y construcción solidaria y cooperativa. (Parrat, 2006, p. 164)

Este rol activo del estudiante requiere (Ministerio de Educación Nacional, 2006) “de un docente que enfoque su enseñanza de manera diferente, en donde su papel no se limite a la trasmisión de conocimientos o demostración de experiencias, sino que oriente el proceso de investigación de sus estudiantes como un acompañante” (p. 111). Al respecto, Restrepo Gómez (2006) enuncia los tres planos de la investigación en los docentes. Un primer plano, el consumo de

investigación educativa, investigación en educación e investigación en saberes específicos por enseñar. Un segundo plano, la investigación como instrumento que permite al docente sistematizar y objetivar su saber pedagógico.

Se trata de investigación cualitativa, cuyos propósitos son la comprensión de la práctica y su transformación. El conocimiento adquirido es local, subjetivo y proactivo, esto es, en el ámbito de trabajo del maestro y en una clara función de sujeto y objeto de investigación. (p. 281)

En este apartado, al referirse al saber pedagógico, Restrepo (2006), citando a Donal Schön, señala que

El maestro se despegue del discurso pedagógico aprendido en las instituciones formadoras de maestros y, a través de la “reflexión en la acción” o conversación reflexiva con la situación problemática, construya saber pedagógico, critique su práctica y la transforme haciéndola más pertinente a la necesidad del medio. (p. 279)

El tercer plano hace referencia a la investigación formativa de aula, “se trata de enseñar a investigar y para ello investigar con los estudiantes, fomentar la pedagogía de la pregunta y no sólo que pregunten, sino sobre todo que se pregunten e intenten responder esas preguntas” (Restrepo, 2006, p. 289). En tal sentido, el docente investiga con los estudiantes, sembrando y desarrollando competencias investigativas básicas (Parrat, 2006; Restrepo, 2006). En línea con este plano de la investigación docente, Lima (2009) dice: “basado en los principios de que enseñar exige investigación, crítica y respecto a los saberes de los educandos, Freire pedía a los profesores una actitud de reflexión pedagógica y experimentación de nuevas alternativas para la práctica docente” (p. 65). Recordemos:

No hay enseñanza sin investigación e investigación sin enseñanza. Esos quehaceres se encuentran uno en el cuerpo del otro. Mientras enseñó continué buscando, indagando. Enseño porque busco, porque indagué, porque indago y me indagó. Investigo para comprobar, comprobando intervengo, interviniendo educo y me educo. Investigo para conocer lo que aún no conozco y comunicar o anunciar la novedad. (Freire, 1997 p. 30)

## Metodología

Para responder las preguntas de la investigación, la metodología fue la sistematización de experiencias, entendida

Como una autorreflexión que hacen los sujetos que impulsan una experiencia de acción social o educativa, a partir del reconocimiento de los saberes que ya poseen sobre ella y de un esfuerzo colectivo e intencionado por reconstruirla, de comprender los contextos, factores y elementos que la configuran, para transformarla. (Cendales y Torres, 2006, p. 36)

Por tanto, con base en Mendoza y Torres (2011) se desarrollaron los siguientes momentos:

*Creación de condiciones y conformación del equipo investigador:* se organizó el equipo de sistematización, el cual se integró por dos estudiantes y una docente del colegio Puerto Pinzón, dos estudiantes y una madre de familia de la Escuela Normal Superior Nuestra Señora del Rosario y dos estudiantes y dos docentes de la posprimaria San José junto con el rector, la psicoorientadora, dos docentes y dos estudiantes de la institución educativa Llano Grande. Este equipo de sistematización interactuó por un año, a través de un grupo creado en Facebook, con quienes elaboraron el plan de la sistematización y su posterior desarrollo.

*Reconstrucción descriptiva de la experiencia:* las fases propuestas por García (2006) para la transformación de las instituciones educativas como agentes socializadores se han establecido como referentes para describir en su orden los cambios de la experiencia en cada una de las instituciones educativas en las que se ha desarrollado. En cuanto a las técnicas: se realizaron tres entrevistas y un taller en cada institución educativa.

Respecto a los talleres se contó con la asistencia, en Puerto Boyacá, de los dos docentes y la bibliotecaria que aún laboran en el colegio Puerto Pinzón y seis estudiantes de la época. En Güicán de la Sierra, seis estudiantes, que posteriormente conformaron la unidad ambiental K'aiwa, y trece estudiantes que participaron en la experiencia (2009-2012). Entre ellos, dos estudiantes que cursaron el programa de formación complementaria. En Siachoque, seis padres de familia, veintiséis estudiantes del área urbana, trece docentes y dieciséis estudiantes de

a posprimaria San José. Y en Nuevo Colón, se contó con los 44 estudiantes de preescolar a once que integran el club con sus respectivos padres de familia. La convocatoria de los talleres se hizo por Facebook y estos comprendían tres actividades. La primera era individual, la segunda en equipos, en la que se proyectaron fotografías y videos de la época para activar la memoria, y la tercera actividad, en la que se socializaron los resultados de la reconstrucción histórica. Como resultado cada integrante del equipo de la sistematización elaboró un relato de su participación en la experiencia.

*Análisis e interpretación de la experiencia:* este momento, el más importante de todo el proceso, implicó la organización de la información teniendo en cuenta las categorías: prácticas pedagógicas, formación ciudadana y ambiental, uso y aprendizaje de herramientas audiovisuales de comunicación y las TIC. Para ello se emplearon matrices: tablas que permiten cruzar las categorías y pueden incluir fechas, “personas, grupos, clases de eventos, secuencias” (Bonilla y Rodríguez, 1997, p. 146). En su posterior interpretación se utilizó la propuesta *transformando la práctica docente* (Fierro et al., 1999). Esta propuesta presenta:

La práctica docente como una praxis social, objetiva e intencional en la que intervienen los significados, las percepciones y las acciones de los agentes implicados en el proceso —maestros, estudiantes, autoridades educativas y padres de familia—, así como los aspectos político-institucionales, administrativos y normativos que, según el proyecto educativo de cada país, delimitan la función del maestro. (p. 21)

*Síntesis y socialización:* se elaboró el presente capítulo y en la página <https://www.clubelparche.com/sistematizaci%C3%B3n-experiencia/> se encuentra el repositorio de la sistematización de la experiencia.

## Resultados

### *Primera fase: preparatoria en Puerto Boyacá 2006-2008*

Comienza en el colegio Puerto Pinzón, ubicado a 53 kilómetros del área urbana de Puerto Boyacá, cuyo trayecto en carro es de dos horas. Durante el periodo

2006-2008 era intensa la situación de violencia que se presentaba en esta población, pues era el epicentro del paramilitarismo y la proliferación de los cultivos ilícitos en la zona del Magdalena Medio.

Con la idea de cambiar la escuela, se conformó el equipo *Exploradores del ambiente*, integrado por dos estudiantes de sexto a once en cada grado, quienes hacían el registro fotográfico de las clases para proyectarlas al concluir la respectiva unidad temática, con el fin de evaluar en equipo los desempeños de los estudiantes y del profesor.

Las clases comprendían los siguientes cinco momentos: urgencias (tema nuevo), cirugía (evaluación), hospitalización (talleres), consulta externa (horario de atención a los estudiantes y padres de familia) y laboratorio, de manera análoga al proceso de diagnóstico de la serie de televisión *Doctor House*. Al concluir cada tema, se daba la respectiva reflexión a partir del registro fotográfico de las clases.

Las fotografías fueron insumo para dos proyectos de aula. El primero, *El álbum escolar: herramienta pedagógica para la autoevaluación docente*, registraba la estrategia del diario de campo a través de la fotografía y posterior coevaluación con los estudiantes. El segundo, *Explorando mi colegio aprendo geometría*, diseñado con el profesor del área de matemáticas e implementado por las docentes de primaria en el 2008 con los estudiantes de los grados cuarto y quinto, quienes voluntariamente participaron en las tardes en su desarrollo como aporte al plan de mejoramiento del colegio Puerto Pinzón.

La parte ambiental se articuló con la reserva natural de la sociedad civil Aves de El Paujil de la Fundación para la Investigación y Conservación Proaves Colombia, ubicada a 5 kilómetros del corregimiento. Cabe resaltar que El paujil de pico azul, *Crax alberti*, es un ave endémica y la más amenazada de extinción en el país.

En el 2007, se conformó el grupo ecológico Escuela Amiga de las Aves, el cual es integrado por 60 niños y, como lo menciona la coordinadora de la Reserva Machado (2008), “las actividades realizadas van desde mesas de discusión y cine club hasta jornadas de reforestación” (p. 27), para que los estudiantes “conozcan la importancia ecológica de la especie y su papel en el equilibrio del ecosistema” (p. 24). En el 2008, la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ), mediante Acuerdo 28 del 16 de diciembre, declaró y alinderó el

Parque Natural Regional Serranía de Las Quinchas dentro del que se encuentra el corregimiento Puerto Pinzón.

*Segunda fase: de movilización al cambio en Güicán de la Sierra (2009-2012) y Siachoque (2013-2018)*

La historia continúa en la Escuela Normal Superior Nuestra Señora del Rosario en Güicán de la Sierra. Localizada a nivel urbano, con dieciocho sedes de primaria rurales, dos sedes etnoeducativas y novecientos estudiantes aproximadamente en su mayoría del área rural, donde las principales fuentes de ingreso para las familias son la ganadería y la agricultura.

Desde el 2009, al iniciar el año escolar, se les aplica un test a los estudiantes de sexto, séptimo y décimo, con el fin de identificar entre las ocho inteligencias planteadas por Howard Gardner (1983), la que prevalece en cada estudiante. De esta manera, se organizan los equipos de estudio en el aula. Cada equipo identificado por uno de los personajes inéditos creados para ello. El conjunto de estos personajes se denominó los Héroes del Planeta. En este sentido, cada héroe representa una inteligencia, un recurso y un valor ambiental.

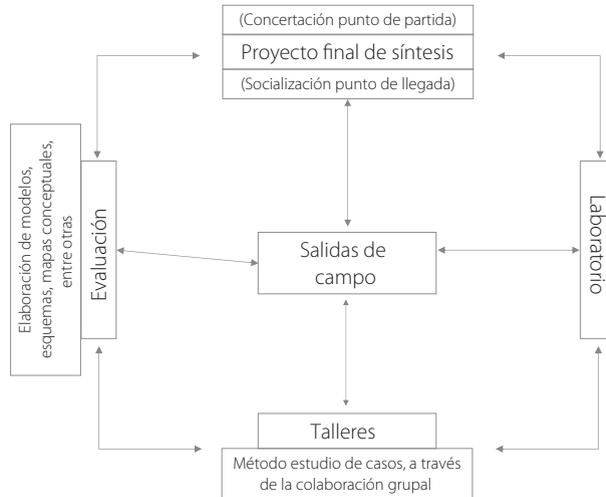
Tabla 6.1. Los Héroes del Planeta

Héroe del Planeta	Inteligencia	Recurso	Valor
Rana Masu	Musical	Ecosistemas	Tolerancia
Bio	Naturalista	Recurso hídrico	Responsabilidad
Nano	Lógica matemática	Residuos sólidos	Respeto
Foreman	Interpersonal	Fauna	Solidaridad
Fraile	Intrapersonal	Flora	Cuidado
Conder	Kinestésica	Especies en vía de extinción	Libertad
CONH	Visual espacial	Calentamiento global	Honestidad
Android	Verbal lingüística	Energía	Amistad
Profe AMOR	Emocional	Ambiente	Amor

Fuente: elaboración propia.

Así mismo, los cinco momentos de la clase cambiaron en algunos aspectos (véase la figura 6.1); por ejemplo, en el colegio Puerto Pinzón se usaban nombres médicos como el término *cirugía* que se refería a la evaluación. Con las sugerencias de diferentes personas, los nombres de los momentos de la clase

Figura 6.1. Ruta de indagación y momentos de la clase



Fuente: elaboración propia.

cambiaron por otros que tienen un sentido más pedagógico, entonces ahora hablamos de proyecto final de síntesis, talleres, laboratorio, salidas de campo y evaluación.

A continuación, se presentan en la tabla 6.2 las estrategias de enseñanza y evaluación en cada uno de los momentos de la clase.

Como resultado de la interacción con las dinámicas propias de la Escuela Normal Superior y del trabajo emprendido en el colegio Puerto Pinzón, se generó la pregunta ¿cómo hacer de las clases un laboratorio permanente de investigación pedagógica y propia del área? En respuesta se conformó “el semillero de investigación El paRche<sup>3</sup>” (Mojica, 2011a, p. 737). A través de esta organización escolar se desarrollaron nueve proyectos de investigación formativa con la participación voluntaria de 45 estudiantes de diferentes grados.

- Club de ciencias: agencia de noticias ER (2009-2011)
- Cultura ambiental responsable con los residuos sólidos (2009)
- Verdades y Mentiras de La Laguna Ciega (2009)
- Misterios de La Luna (2009)

<sup>3</sup> ER, por las siglas en inglés de *emergency room* (sala de emergencias).

Tabla 6.2. Estrategias de enseñanza y evaluación

Momento de la clase	Estrategia de enseñanza	Estrategia de evaluación
Proyecto final de síntesis (punto de partida y llegada)	Definición y concertación de un proyecto para que cada uno de los equipos de estudio conforme a la inteligencia múltiple que representan, apliquen los conceptos.	Socialización del proyecto realizado por cada uno de los equipos de estudio.
Talleres	Con datos del contexto y para fortalecer en los estudiantes las competencias: uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación se diseñan los talleres conforme a las fases del método estudio de caso.	Talleres en los que los estudiantes presentan sus desempeños y en cuanto a la comprensión, plantean sus propios interrogantes y el procedimiento para dar respuesta a estos de acuerdo con el tema tratado y las actividades de seguimiento.
Laboratorio	Prácticas de laboratorio	Presentación, socialización y discusión de las prácticas de laboratorio, salidas de campo y modelos para que los estudiantes establezcan la validez o coherencia de sus hipótesis a los interrogantes.
Evaluación	Elaboración modelos explicativos para comprender los fenómenos físicos, químicos y biológicos.	Pruebas escritas tipo Saber.
Salidas de campo	Salidas de campo a través de las cuales los estudiantes construyen explicaciones, plantean alternativas y toman decisiones frente a la problemática ambiental del municipio.	Diarios de campo como instrumentos de registro del proceso de indagación que se desarrolla durante las salidas de campo.

Fuente: elaboración propia.

- Proyecto Ambiental Escolar: Emar Kacka Eshi Yenatuaro en lengua U’wa Conservando nuestro territorio (2009-2011)
- Radiografía del Equipo ER (2009)
- Los Héroes del Planeta Van a la Escuela (2010)
- Aportes de los héroes del planeta a la conservación del cóndor andino *Vultur gryphus* en el Parque Nacional Natural el Cocuy (2010-2011)
- Revista virtual *Transformando Pensamientos* (2011-2012)

De los nueve proyectos realizados, tres fueron financiados y asesorados por el Programa Ondas: Verdades y Mentiras de La Laguna Ciega, Misterios de La Luna y los Héroes del Planeta Van a la Escuela. Este último presentado por Colciencias en el libro *Vidas y ciencia* (2016) como el mejor proyecto del Programa Ondas en sus primeros 15 años en el departamento de Boyacá.

En desarrollo del proyecto Club de Ciencias: Agencia de Noticias ER como estrategia para divulgar las actividades realizadas en el semillero de investigación Centro de Aprendizaje ER, comenzamos a trabajar en la emisora del municipio haciendo el programa de radio *Moléculas de vida* por los 96,7 Güicán FM estéreo de lunes a viernes de 5:00 a 6:00 p. m.; hicimos 80 emisiones. Cuando se acabó la licencia de la emisora emprendimos el programa de televisión ER TV; alcanzamos a hacer 28 programas, transmitidos por el canal local Cable Güicán los jueves de 6:00 a 7:00 p. m.

En el 2010, con el proyecto los Héroes del Planeta Van a la Escuela, empezamos las jornadas ambientales, salíamos una vez al mes a una escuela rural a dinamizar el aprendizaje de las ciencias y conmemorar las fechas ecológicas. Estas jornadas iniciaban con una obra de títeres, después video foro, dependiendo del calendario ambiental y, por último, juegos ER<sup>4</sup>. Por las salidas ambientales, la Gobernación de Boyacá y la Fundación Neotropical (Mojica, 2011b), nos vincularon al programa de conservación de los dos cóndores liberados el 16 de abril del 2011 en inmediaciones de la Sierra Nevada, Wayra y Sirará. Ese día el director de comunicaciones de Parques Nacionales Naturales de Colombia, al interactuar con los estudiantes que estaban haciendo el registro fílmico del evento, nos invitó a replicar el Club de Ciencias: Agencia de Noticias ER con ellos. Se conformó por convenio de cooperación interinstitucional entre la Escuela Normal Superior Nuestra Señora del Rosario y Parques Nacionales Naturales de Colombia el Eco Parche K'aiwa del Parque Nacional Natural El Cocuy. En la actualidad

<sup>4</sup> Como producto de los encuentros de los integrantes del semillero de investigación Centro de Aprendizaje ER y por iniciativa de los estudiantes, creamos el club deportivo Tornado, donde a la hora del recreo en el laboratorio de biología se practicaba ajedrez, tenis de mesa y juegos ER. Estos últimos juegos los construimos para ser aplicados en las jornadas ambientales y en algunas de las clases para la retroalimentación de los contenidos. Al diseñar los juegos, los estudiantes no solo comprenden la temática, sino que desarrollan formas alternativas de enseñar a otros a comprender esos temas. En las jornadas ambientales estos juegos eran el instrumento de evaluación.

en 38 de los 62 Parques Nacionales Naturales de Colombia se ha replicando la experiencia creando su Eco Parche<sup>5</sup>.

La línea de vida de la experiencia en su tercer trayecto se desarrolla a partir del 2013 en la posprimaria San José de la Institución Educativa Técnica Ignacio Gil Sanabria del municipio de Siachoque, ubicada a siete kilómetros desde el área urbana en inmediaciones al Parque Natural Regional Páramo La Cortadera creado mediante el Acuerdo 24 por CORPOBOYACÁ el 17 de diciembre del 2015. En la posprimaria cinco docentes laboran de preescolar a noveno; tres de los cuales con 54 estudiantes agrupados en dos salones por grados sexto y séptimo-octavo y noveno. En total son 120 estudiantes de las veredas Cormenchoque Arriba, San José y Siachoque Arriba de estrato socioeconómico uno y la principal fuente de ingreso es el cultivo de papa.

En este punto como reconocimiento a las actividades realizadas en Güicán de la Sierra durante el segundo semestre del 2013, la experiencia fue incluida en el Programa de Formación Agua y Educación de la Unesco. Como resultado de este proceso y con el fin de adaptar la práctica pedagógica a las necesidades y particularidades de la posprimaria se conformó el club escolar El Parche y se diseñó la propuesta curricular *Tras las huellas del agua: conservamos nuestro territorio*, constituida por tres estrategias: educación ambiental, investigación y comunicación que sintetiza lo pedagógico de la experiencia.

*La educación ambiental* a través del decálogo “Hogares 10 con el planeta” creado con la meta de hacer uso eficiente del agua, conservar y establecer zonas verdes y no producir basura. Un lugar que cumple este decálogo es declarado un hogar 10 con el planeta. Se empezó a nivel del aula en el 2015, en la sede en el 2016 y desde el 2017 en los hogares de los estudiantes. El decálogo es el siguiente:

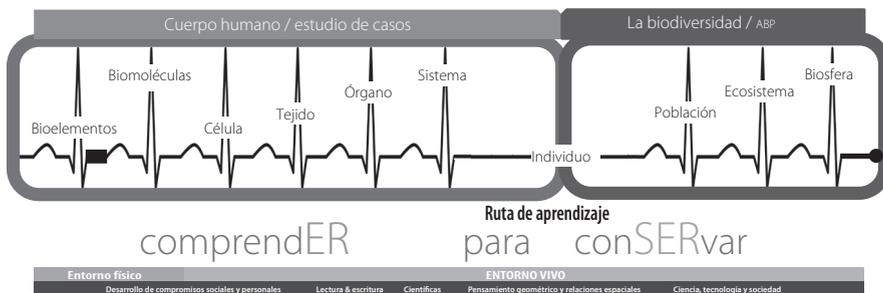
1. Monitorea el consumo de agua y electricidad para reducirlos a lo indispensable.
2. Reutiliza agua lluvia y la generada en el lavaplatos, lavamanos, lavadero o lavadora.
3. Ten plantas aromáticas, medicinales y tú propia huerta casera.

<sup>5</sup> Conozca esta experiencia en <https://www.youtube.com/watch?v=Fv23c7ecKbE> o escanee el código QR “Proceso de comunicación comunitaria en el Parque Nacional Natural El Cocuy” al final del capítulo.

4. Reutiliza los residuos orgánicos producidos en la cocina.
5. Siembra árboles nativos y apadrina zonas verdes en el barrio, finca, vereda, bosque alto andino o áreas naturales protegidas del municipio.
6. Aplica y difunde acciones que promueven en la comunidad adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático.
7. Realiza bioconstrucciones; los ecoladrillos son una buena opción para compactar los plásticos, pilas, poliestireno expandido y el aluminio.
8. Haz de tú creatividad la clave para reducir y reutilizar los residuos sólidos que generes.
9. ¡Recicla!: clasifica los residuos sólidos para su adecuada disposición final.
10. Si en tú salón, colegio o familia realizan las anteriores acciones, habrán dejado de producir basura. Es decir, son un hogar 10 con el planeta.

*La investigación* en la propuesta curricular *Tras las huellas del agua: conservamos nuestro territorio* se desarrolla por equipos de estudio conforme a la ruta de aprendizaje creada comprender para conservar (véase la figura 6.2). En la cual los contenidos de ciencias naturales y educación ambiental para los grados sexto-séptimo y octavo-noveno se han constituido conforme a los niveles de organización de los seres vivos: bioelementos, biomoléculas, célula, tejido, órgano, sistema, individuo, población, ecosistema y biosfera. Estos son los tópicos generativos que se han agrupado en dos hilos conductores, el cuerpo humano y la biodiversidad. El cuerpo humano mediante el estudio de casos, método para conectar lo que viven los estudiantes con lo que aprenden. Los talleres de los estudios de caso son de duración corta en comparación con la duración de los proyectos del aprendizaje basado en proyectos por medio de los

Figura 6.2. Ruta de aprendizaje: comprender para conservar



Fuente: elaboración propia.

cuales se integra el entorno con los contenidos de los tres últimos niveles: población, ecosistema y biosfera. Por consiguiente, la gradualidad y profundidad de la temática permiten comprender las interacciones, así como la organización estructural y funcional de los seres vivos, al abordar los conceptos *energía*, *materia* y *ecología* y estudiar las funciones del agua en cada hilo conductor.

Respecto a *la comunicación*, con el objetivo de lograr un aprendizaje situado, real y significativo, en cada equipo de estudio su proyecto final de síntesis es el resultado de la secuencia didáctica creada “leer y escribir hacia una puesta en la nube” constituida por seis momentos (véase la figura 6.3). El primero, la lectura, se refiere a la búsqueda y selección de la información en la biblioteca y la web del tema de la clase, en la posprimaria, como en los anteriores dos colegios no se dispone de conectividad. El segundo, la escritura, corresponde a la producción textual. Estos primeros dos momentos se agrupan en la revista digital *Lectura y Escritura* en la que se compila de manera mensual el desarrollo de las actividades. El tercero, la producción sonora para ser emitidos en el programa de radio *Recreo al aire*, los pódcast o la voz en *off* de los videos. El cuarto momento, Vook, se trata de las tomas y la edición del video respectivo. El quinto, denominado En Red, representa la integración de las asignaturas (véase la figura 6.2), la socialización en la clase y la difusión del producto realizado por Facebook (comunicaciones ER), Twitter (@clubelparche), YouTube y comypublier@gmail.com. Por último, el sexto momento es la publicación de las producciones en el portafolio digital de la experiencia que es la página web [www.clubelparche.com](http://www.clubelparche.com).

Figura 6.3. **Secuencia didáctica leer y escribir hacia una puesta en la nube**



Fuente: elaboración propia.

De esta manera, por medio de la fotografía y la elaboración de pódcast y videos, se hace uso de las herramientas institucionales: un computador portátil, videocámara, proyector, bafles, consola y recursos personales: cámara fotográfica, celular, grabadora de audio, trípode e internet.

En cuanto a la evaluación formativa continua: comprende la valoración del producto (25%), su socialización (25%), autoevaluación (30%) y una prueba escrita tipo Saber (20%). Cada estudiante al final en el cuaderno de apuntes lleva el control de sus propias calificaciones, con los criterios de evaluación, los temas y el cronograma de las actividades cada dos meses.

Desde el 2014, al finalizar el año escolar se realiza el Festival Audiovisual ER, en el que se proyectan las producciones realizadas y los jurados son los mismos estudiantes. Esta actividad fue replicada por la Secretaría de Educación de Boyacá, al crear el 12 de abril del 2016, en el marco del plan sectorial *Educación para la creatividad y la vida*, mediante la Resolución 1745, el Festival Escolar Sonoro y Audiovisual (FESCOL Boyacá). Allí las estatuillas son: el Frailejón de Oro para el mejor corto audiovisual, Paujil de Pico Azul para el mejor pódcast y En Red para el mejor detrás de cámara. El detrás de cámara es un requisito para participar y allí las producciones sonoras y audiovisuales muestran el desarrollo de la secuencia didáctica *leer y escribir hacia una puesta en la nube*. Las estatuillas alegóricas al frailejón, el ave paujil de pico azul y el roble son especies representativas de la biodiversidad del departamento de Boyacá e identifican a los municipios Güicán de la Sierra, Puerto Boyacá y Siachoque. En reconocimiento a los tres municipios en los que se desarrolló la experiencia que dio origen al festival.

### ***Tercera fase: de consolidación de los cambios en Nuevo Colón desde el 2019***

Para la consolidación de la experiencia se retomó la idea de García (2006) quien menciona:

Esta fase tiene como objetivo, sistematizar los logros del trabajo, los procedimientos empleados en elevar la calidad de la clase y las actividades educativas en general, y la preparación de los docentes, así como consolidar los proyectos educativos y de transformación de la escuela. (p. 47)

En este orden de ideas, a partir del 2019, esta misma experiencia también se desarrolla en la institución educativa Llano Grande con 245 estudiantes y 16 docentes; su sede central se ubica en la vereda que lleva su mismo nombre, a una distancia de 4 kilómetros desde el área urbana del municipio de Nuevo Colón, en carro está a una hora y media de Bogotá y a treinta minutos de Tunja. Las otras cuatro sedes, del mismo modo, se identifican por el nombre de la respectiva vereda: Carbonera, Zapatero, El Uvo y Alfaras. Las sedes Central y Carbonera se encuentran inmersas en el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI)-La Cuchilla Mesa Alta, declarada por la Corporación Autónoma Regional de Chivor (CORPOCHIVOR), por medio del Acuerdo de Consejo Directivo n.º 025 del 18 de diciembre del 2019.

En esta cuarta institución educativa se desarrolla la experiencia a nivel del aula en las áreas de ciencias naturales y educación ambiental en los grados séptimo, octavo y noveno. Además, en la Cátedra de Paz de sexto a once y en Ética y Valores Humanos de sexto a noveno. A nivel del departamento de Boyacá, la Secretaría de Educación, mediante la Resolución 9543 del 14 de noviembre del 2019, orienta la producción sonora y audiovisual en las instituciones educativas a través de la conformación e institucionalización de los clubes escolares transmediales replicando la experiencia del club escolar El Parche<sup>6</sup>.

Posteriormente, la Secretaría de Educación de Boyacá expidió la Resolución 6308 del 8 de noviembre del 2021 para ampliar la cobertura a nivel nacional del Festival Escolar Sonoro y Audiovisual FESCOL Boyacá, ahora Festival Escolar Nacional de Medios Audiovisuales e Interactivos (FESCONAL). A la fecha se han creado 84 clubes escolares audiovisuales en igual número de instituciones educativas entre las 254 de los 120 municipios no certificados en el departamento de Boyacá. Estos clubes escolares están agrupados en 14 nodos provinciales. En particular, el Consejo Directivo de la institución educativa Llano Grande mediante el Acuerdo 04 del 26 de noviembre del 2019 institucionalizó el club escolar de investigación y producción transmedia El Parche Ambiente Global, el cual ha contado con la participación voluntaria anual de 44 estudiantes de grado preescolar a once con la previa autorización de los padres de familia por

<sup>6</sup> Conozca esta experiencia en <https://www.youtube.com/watch?v=dTzYUWGVIOo> o escanee el código QR “Fescol un cuento de película” al final del capítulo.

las implicaciones legales del uso de imagen y voz. En la figura 6.4 se identifica la transversalidad y relación de los seis momentos de la secuencia didáctica con las actividades de los cuatro proyectos que se realizan en el club escolar El Parche Ambiente Glocal<sup>7</sup>.

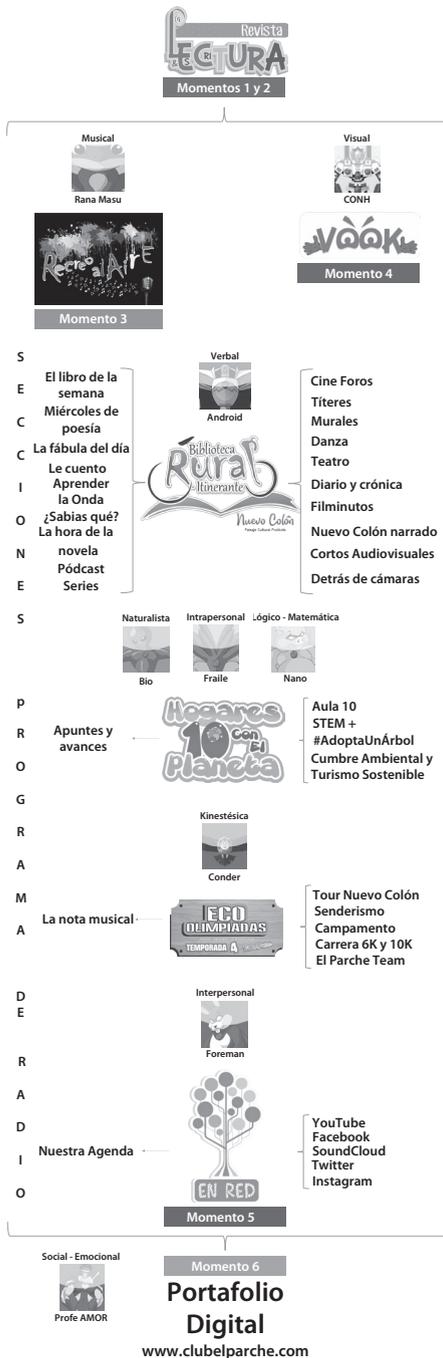
Las actividades de lectura y escritura se han configurado como la Biblioteca Rural Itinerante del municipio de Nuevo Colón. Aquí el proceso innovador, desde el 2019, ha sido el ciclismo de montaña por medio del cual, y como resultado de la investigación que hemos realizado *Identificación y caracterización de rutas para ciclismo de montaña en el municipio de Nuevo Colón departamento de Boyacá*, se originó, desde el 2021, el tour de ciclomontañismo Nuevo Colón Paisaje Cultural Frutícola constituido por diez etapas y dos circuitos como alternativa para el desarrollo turístico y sostenible del municipio. La respectiva etapa o circuito se desarrolla un domingo al mes por la mañana y en la tarde un encuentro cultural comunitario, mediante el cual se hace seguimiento al avance de la serie sonora y audiovisual Rodando y Narrando Nuevo Colón con el propósito de que el municipio sea declarado paisaje cultural frutícola. Por ahora, el concejo municipal mediante Acuerdo 018 del 20 de septiembre del 2022 a institucionalizado la marca municipio Nuevo Colón Paisaje Cultural Frutícola.

El ciclismo de montaña se realiza en línea con el punto seis del decálogo “Hogares 10 con el planeta”. Este decálogo ahora se desarrolla a través de la aplicación móvil Survey 123 y se construyó en la institución educativa Llano Grande, con la participación de los padres de familia, el sendero interpretativo Aula 10, constituido por 20 estaciones en las que se recrea el mencionado decálogo y se cultivan las más de 35 variedades de frutas que se producen en el municipio para promover buenas prácticas agrícolas, reducir el uso indiscriminado de agroquímicos a través de la producción de fertilizantes orgánicos y detener el deterioro progresivo del suelo. Igualmente, fortalecer a las familias promoviendo hábitos y estilos de vida saludables con seguridad alimentaria y nutricional<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> Conozca esta experiencia en [https://www.youtube.com/watch?v=V6\\_pQ7EE-q0](https://www.youtube.com/watch?v=V6_pQ7EE-q0) o escanee el código QR “El Parche Ambiente Glocal en el que se aprende en red” al final del capítulo.

<sup>8</sup> Conozca esta experiencia en [https://www.youtube.com/watch?v=V6\\_pQ7EE-q0](https://www.youtube.com/watch?v=V6_pQ7EE-q0) o escanee el código QR “Formando hogares 10 con el planeta” al final del capítulo.

Figura 6.4. Transversalidad y actividades que se realizan en el club escolar El Parche Ambiente Glocal



Fuente: elaboración propia.

Además, el decálogo permitió estructurar el plan de estudios de las áreas Cátedra de Paz, Ética y Ciencias Naturales conforme a la Ruta de Aprendizaje Comprender para Conservar. Lo anterior, fue reconocido a finales del 2019 como la mejor propuesta curricular ambiental en el departamento de Boyacá y el mejor club ambiental de CORPOCHIVOR. La institución educativa por esta propuesta de sostenibilización curricular desde finales del 2020 ha sido vinculada por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo al programa Colegios Amigos del Turismo. La Alcaldía Municipal de Nuevo Colón ha escalado y replicado la experiencia desde el 2021 e implementó el proyecto ciudadano de educación ambiental PROCEDA titulado Nuevo Colón Territorio 10 con el Planeta.

Como resultado de las anteriores acciones interinstitucionales, progresivamente se ha posicionado al municipio de Nuevo Colón como destino turístico especializado en dos tipos de turismo de alto valor, tales como el turismo de naturaleza con énfasis al agroturismo y del turismo en bicicleta.

Como preámbulo y para promocionar el Tour de Ciclomontañismo, que se hace desde el 2021, en el segundo y tercer domingo del mes de diciembre se realizan los circuitos Chiriví y DRMI La Cuchilla Mesa Alta en conmemoración respectivamente del 11 de diciembre día internacional de las montañas y 18 de diciembre día de la creación del DRMI La Cuchilla Mesa Alta. La primera etapa se realiza en el marco de las ferias y fiestas en el mes de enero y la décima etapa en el mes de septiembre como parte de los eventos de la cumbre ambiental y turismo sostenible<sup>9</sup>.

En lo concerniente a la organización de la cumbre ambiental y turismo sostenible en el año 2022 fue destacada como el mejor emprendimiento de los colegios amigos del turismo en el departamento de Boyacá por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. La cumbre es un evento que se hace desde el 2021 a cargo de los consejos municipales de turismo y cultura de Nuevo Colón en articulación con la institución educativa Llano Grande, lugar en el que en el mes de septiembre se realiza la mencionada cumbre y tiene como lema el respectivo tema anual del día mundial del turismo. Esta cumbre ambiental y turismo sostenible se constituye en un escenario participativo y colaborativo que

<sup>9</sup> Conozca esta experiencia en <https://storymaps.arcgis.com/stories/df450483b05d47b9a-79f200f87b87b3f> o escanee el código QR “*Story maps* rodando y narrando Nuevo Colón circuito Chiriví” al final del capítulo.

fortalece el proceso de planificación local y estrategia para la gestión integral del sector turístico, cultural y ambiental que articula la oferta turística con la preservación de los recursos naturales y culturales del municipio. Este evento permite a la vez conmemorar el aniversario de la Institución Educativa Llano Grande el 26 de septiembre y el día mundial del turismo el 27 de septiembre. Así mismo, en la agenda académica se compartió el avance de las investigaciones que se han originado como resultado de la identificación y caracterización de las rutas de ciclomontañismo, las cuales se complementan con el senderismo. Estas investigaciones en alianza con CORPOCHIVOR y el grupo de estudios en educación y conservación GECOS de la UPTC son las siguientes:

- Caracterización de las especies de frailejones su importancia y conservación en el sendero La Zorrera-Siete Puertas.
- Briófitos en el sendero “La Zorrera-Siete Puertas” (Nuevo Colón-Boyacá): elementos para su caracterización y conocimiento.
- Estudio de las poblaciones de macroinvertebrados y peces en la quebrada La Zorrera para su conservación y restauración.
- La biodiversidad en el DRMI “La Cuchilla Mesa Alta”: acciones para promover su conocimiento, conservación y uso sostenible.

En este punto es clave destacar que la quebrada La Zorrera es la principal fuente hídrica de la vereda Llano Grande y, por ende, del colegio por donde pasa y allí se ubica la octava estación del sendero Aula 10. Además, la quinta y etapa reina del tour de ciclomontañismo pasa por el colegio y termina en inmediaciones de donde nace esta quebrada. Y allí como resultado de la caracterización de esta etapa se encontraron frailejones a 2520 m s. n. m.

El tercer proyecto son Las Ecoolimpiadas que comprenden las siguientes actividades deportivas. El equipo de ciclo montañismo El Parche Team, la carrera atlética 6 km y 10 km, senderismo, campamento y el Tour Nuevo Colón.

El cuarto proyecto son las *comunicaciones* por medio de la realización de cortos audiovisuales y audios con las noticias del avance de los anteriores tres proyectos para publicarlas en las redes sociales del club escolar El Parche Ambiente Glocal, la revista digital lectura y escritura y el programa radial *Recreo al aire* que se emite todos los miércoles de 2:00 a 3:00 p. m. por la emisora comunitaria de Nuevo Colón 96,6 FM Manzanar Estero. Estas producciones se compilan en [www.clubelparche.com](http://www.clubelparche.com)

## Discusión

En lo concerniente al uso y aprendizaje de herramientas audiovisuales de comunicación y las TIC, éstas han aportado a la experiencia los siguientes cinco elementos. El primero, como medio para dar a conocer la riqueza natural y los problemas ambientales del territorio junto con las actividades de los exploradores del ambiente, semillero de investigación Centro de Aprendizaje ER y ahora con el club escolar El Parche Ambiente Glocal. El segundo y tercero, en línea con lo anterior, las producciones sonoras y audiovisuales realizadas permiten reflexionar a quienes las hacen, ven o escuchan sobre el daño causado al ambiente por sus acciones. Y a la vez, motivar el cuidado de los recursos naturales.

El cuarto y quinto elemento son la enseñanza y el aprendizaje. Respecto a la enseñanza los estudiantes del área urbana de Siachoque en el taller expresaron “el uso de las TIC y las producciones audiovisuales nos enseña a valorar lo que tenemos”. Mientras que las dos estudiantes de Güicán que participaron en el proceso y ahora son normalistas superiores enunciaron “se forman personas capaces de enfrentar el mundo de la tecnología” y en el caso particular la estudiante que fue camarógrafa, como resultado de estas herramientas, le permitió “ver las cosas desde una perspectiva diferente”.

El quinto elemento, el aprendizaje, el uso y la integración que se hacen de los recursos multimedia en el club escolar El Parche Ambiente Glocal, permite que los estudiantes fortalezcan sus conocimientos en las diferentes áreas, mejoren su expresión oral y escrita como resultado de la redacción y grabación de los guiones. Y, así como el club escolar El Parche Ambiente Glocal con las TIC motiva a los estudiantes a aprender. En los docentes, sin importar su especialidad, los motiva a fortalecer los procesos de enseñanza y a compartir sus éxitos y fracasos en el aula.

Las actividades que se desarrollan en el club escolar El Parche Ambiente Glocal no solo fortalecen la parte integral del ser humano, sino que además afianza aprendizajes en las distintas áreas del conocimiento, fortalece la lectura, la escritura y la oralidad. Esta experiencia investigativa contribuye al desarrollo autónomo y responsable de los jóvenes que voluntariamente se han vinculado a esta estrategia pedagógica, lo que ha permitido que los integrantes de este club se apropien de todas y cada una de las actividades proyectadas. Los resultados demostrados han hecho que los padres de familia tengan confianza, conozcan y apoyen la propuesta.

Respecto a la interpretación de la experiencia en relación con la formación ciudadana y ambiental se tiene que, en primer lugar, los aportes de la experiencia a la formación ciudadana en los estudiantes se genera liderazgo y compromiso en dar soluciones a los serios problemas que amenazan la sostenibilidad ambiental, lo que desarrolla un sentido de pertenencia por su entorno en el marco del trabajo colaborativo y son competentes en diferentes áreas, especialmente en las TIC, lo que los convierte en ciudadanos con responsabilidad ética, social y ambiental, creativos e innovadores.

Se han identificado como aportes de la práctica pedagógica a la formación ciudadana de los estudiantes, la convivencia, el fortalecimiento de la identidad, la participación y el liderazgo. Según el taller realizado en Siachoque, *Se aprende a convivir*, como resultado del trabajo en equipo, el cual suscita interacción y respeto por la diferencia y por la opinión de los demás integrantes del Club.

Respecto a la identidad, los estudiantes que participaron de la experiencia en Güicán enunciaron “valoramos nuestra tierra, reconociendo el territorio donde estamos inmersos”.

En segundo lugar, frente a los aportes de la práctica pedagógica a los estudiantes en su formación ambiental, una de las prioridades del club es el tema de la conservación de los recursos naturales y desde luego los estudiantes siempre están en un escenario propicio para el aprendizaje ambiental. Por lo tanto, El Parche Ambiente Glocal es una experiencia innovadora que promueve la participación de los estudiantes, fortaleciendo sus saberes en el campo de las ciencias naturales y desarrollando conciencia ambiental en la comunidad educativa. En Güicán de la Sierra, según los estudiantes, la participación en la experiencia les permitió “ser conscientes del daño que le hacemos al planeta y encontrar soluciones para disminuir el problema”. En el taller en Siachoque, las docentes que laboran en la posprimaria presentaron el cuidado como principal aporte a la formación ambiental de los estudiantes, mencionando que el decálogo de educación ambiental “Hogares 10 con el planeta” desarrolla “ese cuidado de sí mismo, del colegio, del hogar, la vereda, su municipio y el planeta”.

De esta manera, se establece como síntesis las siguientes tres relaciones entre las categorías de sistematización: prácticas pedagógicas, uso y aprendizaje de herramientas audiovisuales de comunicación y las TIC y formación ciudadana y ambiental. La primera presentada por los estudiantes del área urbana

de Siachoque “conocemos lo que poseemos para cuidarlo y poder contribuir a hacer un cambio radical en nuestra comunidad, un cambio que genere responsabilidad por el ambiente”. La segunda, por los docentes de Puerto Pinzón, “no solo llevó a que los jóvenes y niños se interesaran por su entorno, sino que llevó a la comunidad a participar e involucrarse en cada una de las actividades con el fin de cuidar, proteger y conservar nuestros recursos naturales”. Y la tercera, por los nuevos integrantes de K'aiwa “uno aprende a cuidar el planeta y enseñarlo a cuidar”.

## Conclusiones

La formación ciudadana y ambiental mediada por el uso y aprendizaje de herramientas audiovisuales de comunicación y las TIC en la experiencia del club escolar El Parche Ambiente Glocal se ha dado por medio de una relación pedagógica en la que se aprende con una actitud de investigación; principal fortaleza de la experiencia reconocida por los miembros del equipo de sistematización. Lo que lleva a los estudiantes a reflexionar sobre su realidad y se recree el conocimiento sobre la base del respeto y el apoyo entre estudiantes y los docentes que integran El Parche Ambiente Glocal.

Se han identificado aportes de la experiencia a la formación ciudadana de los estudiantes en cuanto a la convivencia, la identidad, la participación y el liderazgo. En referencia a la formación ambiental, es de resaltar el desarrollo de la conciencia ambiental y el cuidado. La convivencia y el cuidado se integran en el marco del nuevo modo de habitar la Tierra (Boff, 2012): el paradigma del cuidado. De esta manera, *Tras las huellas del agua: conservamos nuestro territorio* se ha constituido en un proyecto común, con la meta de aprender a cuidar el planeta formando ciudadanos planetarios, sensibles e involucrados con la solución de los problemas ambientales de su entorno.

Con la sistematización de la experiencia, se reafirma que la transformación de la escuela es un proceso complejo, en el que el colectivo docente es el que impulsa los cambios y potencia “los demás factores, entre ellos: los estudiantes, los padres, la comunidad y la dirección de la escuela” (García, 2006, p. 45). Por esto, nos preguntamos por los tres cambios requeridos, según Delval (2006b), para alcanzar una escuela democrática y una escuela en la que se aprenda lo que se enseña.

Respecto al primero, la organización social de la escuela y modificar las relaciones sociales en su interior, se ha conseguido la participación de los estudiantes en la gestión del aula como actores, protagonistas de las actividades realizadas. Las decisiones se justifican y discuten en las asambleas. En cada una de las cuatro instituciones educativas entre los estudiantes y las mujeres, además de tener el mayor porcentaje de participación, han liderado la mayoría de las actividades. Por otro lado, el voto de los docentes es igual al de los estudiantes, quienes representan el 95 % del club. La unidad de dirección está conformada por tres estudiantes y un docente, y los coordinadores de las actividades son representantes de los estudiantes.

En cuanto al segundo cambio, es decir, los contenidos que se enseñan, pero sobre todo la manera de hacerlo, los estudiantes participan en función de su edad y se enseña a analizar los problemas del entorno de la escuela a partir de las necesidades de los estudiantes y se realiza una integración curricular. En palabras de Bona (2016), esto significa que “si queremos un futuro y una sociedad sostenibles para nuestro planeta, es fundamental educar a las nuevas generaciones de un modo diferente, para que ellos puedan crear nuevos enfoques y miren al mundo de una manera más global” (p. 329) y según Paulo Freire (2013) “sus contenidos y sus métodos deben ser sustituido con vistas a la nueva sociedad que debe ser creada” (p. 130).

El tercer cambio, la vinculación de la escuela con el entorno. En las cuatro instituciones educativas ha sido un aspecto relevante y clave, identificado en las 32 instituciones que han interactuado con la experiencia. En el caso de Sichoque, la vinculación está relacionada con el desarrollo de la propuesta curricular *Tras las huellas del agua: conservamos nuestro territorio* y su estrategia de educación ambiental “Hogares 10 con el planeta” y la actividad de lectura en voz alta “la hora de la novela” o “le cuento” por mes en familia. Del mismo modo, se invitan a los padres y comunidad en general a participar al finalizar el año escolar en el Festival Audiovisual ER y ahora en Nuevo Colón estos encuentros se realizan un domingo por mes en la tarde y en la cumbre ambiental y turismo sostenible. En este punto, insiste Delval (2006a) “los padres de los estudiantes tienen que ser aliados en el proceso educativo, y no solo espectadores externos. Para ello, es necesario implicarlos en él, haciéndolos participes y contribuyendo a que se puedan producir los cambios que se precisan” (p. 107).

Esto puede ayudar según el Ministerio de Educación Nacional (2016) para que “la escuela y la familia asuman una corresponsabilidad en la formación de los estudiantes, asegurando además que haya comunicación y coherencia entre la escuela y el hogar” (p. 48).

Ahora bien, el uso del audiovisual y las TIC son medios que caracterizan la enseñanza y el aprendizaje en la experiencia. Estos permiten conocer la riqueza natural y los problemas ambientales del territorio, contribuyen a reflexionar acerca del daño causado al ambiente y motivan el cuidado de los recursos naturales.

Habría que decir también, al igual que Pinzón (2014), que la experiencia del club escolar El Parche Ambiente Glocal ha permitido unir docencia, investigación y proyección social. Con base en el documento *Competencia TIC para el desarrollo profesional docente* (Ministerio de Educación Nacional, 2013), El Parche Ambiente Glocal es un ambiente innovador en lo pedagógico y desarrolla competencias comunicativas, de gestión y de investigación.

Los nudos de tensión y los problemas de la práctica se encuentran en la falta de recursos financieros, tecnológicos, de infraestructura y el apoyo administrativo; aspectos que se han subsanado paulatinamente con los premios conseguidos. Así mismo, el escaso seguimiento de los procesos emprendidos por parte de las entidades educativas y ambientales del orden municipal, departamental y nacional y el bajo número de estudiantes y docentes interesados por la investigación. Mientras que, en lo referente a los obstáculos, se identifica que los docentes, por diferentes razones, ponen muchas barreras para participar.

Los factores que han facilitado la realización de la experiencia son: la participación del docente que ha orientado la experiencia y su participación en congresos y simposios internacionales; la conformación de equipos docentes; el apoyo de los rectores de las instituciones y principalmente el liderazgo de los estudiantes y su compromiso para con el desarrollo de las actividades. Aunque la participación de los estudiantes y padres de familia es voluntaria, se requiere de mayor compromiso para continuar consolidando los cambios que ha suscitado la experiencia en las dinámicas de las instituciones educativas y sus relaciones con el entorno.

Entre los cambios de la experiencia generados como producto de su sistematización, se reincorporan las actividades del muro exprésate de Puerto Boyacá y

de Güicán los títeres, la revista virtual y las ecoolimpiadas. Los títeres se implementarán para la biblioteca rural itinerante. La revista con proyección mensual servirá para compilar el registro de las actividades realizadas. El título concertado fue *La revista lectura y escritura*. Por otra parte, en el Eco Parche K'aiwa, los juegos ER fueron remplazados por ecoolimpiadas. Esta dinámica y expresión también se adaptará a las actividades deportivas. A su vez, los estudiantes en la institución educativa Llano Grande plantean iniciar un seguimiento individualizado a la participación de los estudiantes en las diferentes actividades. En cuanto a los fundamentos de la experiencia, se plantea incorporar elementos conceptuales de la educomunicación. En efecto “la escuela puede ayudar a desarrollar pensamiento crítico en los estudiantes, de tal manera que tengan la capacidad de cuestionar lo que reciben a través de los medios de comunicación y en su interacción con las nuevas tecnologías virtuales” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 22).

Contrastando la formación ciudadana que se realiza en el club escolar El Parche Ambiente Glocal con los principios planteados por Chau, Lleras y Velásquez (2004), para la elaboración de programas de formación ciudadana, podemos concluir que se están brindando múltiples oportunidades para la práctica de diversas competencias; integrando la formación ciudadana de manera transversal en las áreas académicas, e involucrando a toda la comunidad educativa.

En la investigación educativa “la sistematización de experiencias como ejercicio de producción de conocimiento crítico y transformador desde la práctica ha ido adquiriendo más y más relevancia” (Jara, 2014, p. 18). Por lo tanto, nos resulta, “importante tener estrategias de comunicación y socialización de lo que hacemos en este campo” (Jara, 2015, p. 68). Aspecto en el que la experiencia del club escolar El Parche Ambiente Glocal es un aporte significativo al establecer la página [www.clubelparche.com](http://www.clubelparche.com) como repositorio y portafolio digital del proceso y los productos de la sistematización. Aunque la experiencia ya dispone de redes sociales, su uso se debe fortalecer. Sin embargo, tanto con el equipo de sistematización como con los padres de familia y estudiantes la interacción por WhatsApp es un medio clave para la comunicación interna.

Finalmente, la experiencia se vislumbra en el corto plazo fomentando las acciones y alianzas que nos han permitido consolidarnos como club. De manera particular, la organización y realización de la cumbre ambiental y turismo

sostenible permite fortalecer las conexiones con los diferentes sectores que participan en la experiencia, siendo este espacio para evaluar el avance anual, monitorear y realizar los ajustes correspondientes a la experiencia para el siguiente año.

En línea con lo anterior, nos vincularemos con universidades para que los estudiantes tengan posibilidad de formación en el área de turismo y las comunicaciones. Además, llevar estos temas a otros espacios, de modo que “no solo impacten a las instituciones educativas o los públicos locales, sino que puedan extenderse a otros territorios” (Garzón, 2017, p. 78). Al respecto, en el mediano plazo se pretende replicar la estrategia de educación “Hogares 10 con el planeta”, a través de la aplicación móvil a nivel departamental y luego a nivel nacional e internacional.

#### Anexo: Lista de recursos en línea

---

Proceso de comunicación comunitaria en el Parque Nacional Natural El Cocuy



FESCOL un cuento de película




---

El Parche Ambiente Glocal en el que se aprende en red



Formando “Hogares 10 con el planeta”




---

*Story maps* rodando y narrando Nuevo Colón circuito Chiriví



## Referencias

- Acuerdo 28 del 2008 (16 de diciembre). Por el cual se declara y alindara el Parque Natural Regional Serranía de Las Quinchas, en los Municipios de Otanche y Puerto Boyacá, en el departamento de Boyacá. Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACÁ.
- Acuerdo 24 del 2015 (17 de diciembre). Por el cual se declara y alindera el Parque Natural Regional Cortadera, ubicado en los Municipios de Siachoque, Toca, Pesca, Rondón y Tuta, jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá. Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACÁ
- Acuerdo 04 del 2019 (26 de noviembre). Por el cual se crea el Club Escolar de Investigación y Producción Transmedia El Parche Ambiente Glocal de la Institución Educativa Llano Grande del municipio de Nuevo Colón.
- Acuerdo 25 del 2019 (18 de diciembre). Por medio del cual se declara, reserva, delimita, alindera el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) cuchilla Mesa Alta, en los municipios de Tibaná y Nuevo Colón en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Chivor. CORPOCHIVOR.
- Acuerdo 18 del 2022 (20 de septiembre). Por el cual se crea la marca municipio Nuevo Colón Paisaje Cultural Frutícola y se dictan otras disposiciones. Concejo Municipal Nuevo Colón.
- Álamo, M. (2011). La idea de cuidado en Leonardo Boff. *Tales*, 4. [https://revistatales.files.wordpress.com/2012/05/243\\_nro4nro-4.pdf](https://revistatales.files.wordpress.com/2012/05/243_nro4nro-4.pdf)
- Boff, L. (2002). *El cuidado esencial. Ética de lo humano, compasión por la Tierra*. Trotta.
- Boff, L. (2012). *El cuidado necesario*. Trotta.
- Bona, C. (2016). *Las escuelas que cambian al mundo*. Penguin Random House.
- Bonilla, E. y Rodríguez, P. (1997). *Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales*. Uniandes.
- Cendales, L. y Torres, A. (2006). La sistematización como experiencia investigativa y formativa. *La Piragua*, 23. <http://ceaal.org/images/documentos/lapiragua23-1.pdf>
- Chaux, E. Lleras, J. y Velásquez A. (2004). *Competencias ciudadanas: de los estándares al aula una propuesta de integración a las áreas académicas*. Uniandes.
- Chipatecua, J. (2015, 11 de noviembre). *Docente boyacense participó en el evento realizado en Corea del Sur*. <http://www.boyaca.gov.co/SecEducacion/282-docente-boyacense-particip%C3%B3-en-el-evento-realizado-en-corea-del-sur>

- Cortés, A. (2018). *Experiencias en innovación educativa*. Ediciones de la U.
- Decreto 1745 del 1994 (3 de agosto). Por el cual se instituye el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal, y se fijan criterios para 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.
- Decreto 1038 del 2015 (25 de mayo). Por el cual se reglamenta la Cátedra de la Paz. Ministerio de Educación Nacional.
- Delors, J. (ed.). (1996). *La educación encierra un tesoro*. Santillana.
- Delval, J. (2006a). *Hacia una escuela ciudadana*. Morata.
- Delval, J. (2006b, 31 de agosto). La escuela ciudadana y la educación democrática. (Conferencia) Congreso Internacional de Educación, Investigación y Formación Docente. Medellín, Colombia.
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2016). *Vidas y ciencia*. Colciencias.
- Fierro, C. Fortoul, B. y Rosas, L. (1999). *Transformando la práctica docente una propuesta basada en la investigación-acción*. Paidós.
- Forero, J. (2016). *El club de estudiantes que lidera la protección del ambiente en Boyacá*. <http://redes.colombiaaprende.edu.co/ntg/men/pdf/Libro.pdf>
- Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía*. Siglo XXI.
- Freire, P. (2013). *Por una pedagogía de la pregunta: crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes*. Siglo XXI.
- Fundación del Proyecto WET y Programa Hidrológico Internacional de la Unesco. (2007). *Agua y educación: Guía general para docentes de las Américas y el Caribe*.
- García, L. (2006, 31 de agosto). La transformación de las instituciones educativas como agentes socializadores. (Conferencia) *Congreso Internacional de Educación, Investigación y Formación Docente*. Medellín, Colombia.
- Garzón, J. (ed.). (2017). *Ruta pedagógica de escuelas de Puertas Abiertas y estrategia de movilización social para la promoción de modos, condiciones y estilos de vida*. Ministerio de Salud y Protección Social.
- Imbernón, F. (eds.). (2002). *Cinco ciudadanías para una nueva educación*. Grao.
- Jara, O. (2014). Formación virtual en sistematización de experiencias: una necesidad y una propuesta creativa. *La Piragua*, 39. <http://www.ceaal.org/v2/archivos/publicaciones/piragua/Docto125.pdf>

- Jara, O. (2015). Producir conocimientos desde las prácticas de acción social de las universidades. Sistematización de experiencias de extensión universitaria en Costa Rica 2013-2014. *La Piragua*, 41. <http://www.ceaal.org/v2/archivos/publicaciones/piragua/Docto164.pdf>
- Ley 115 de 1994 (8 de febrero). Por la cual se expide la Ley General de Educación. *Diario Oficial* 41.214.
- Ley 1732 del 2014 (1.º de septiembre). Por la cual se establece la Cátedra de la Paz en todas las instituciones educativas del país. *Diario Oficial* 49.261.
- Lima, J. (2009). *Paulo Freire: apuntes bio-bibliográficos*. Magisterio.
- Machado, E. (2008). Educando y conservando con el Paujil Piquiazul (*Crax alberti*). *Conservación Colombiana*, 4. [http://www.proaves.org/wp-content/uploads/2008/05/Conservacion\\_Colombiana\\_4\\_Educando\\_y\\_conservando\\_con\\_el\\_Paujil\\_Piquiazul.pdf](http://www.proaves.org/wp-content/uploads/2008/05/Conservacion_Colombiana_4_Educando_y_conservando_con_el_Paujil_Piquiazul.pdf)
- Mayer, M. (2002). Ciudadanos del barrio y del planeta. En F. Imbernón (ed.), *Cinco ciudadanías para una nueva educación* (pp. 83-104). Grao.
- Mendoza, N. y Torres, A. (2011). La sistematización de experiencias presupuestos epistemológicos y procesos metodológicos. En P. Páramo (ed.), *La investigación en ciencias sociales* (pp. 245-266). Universidad Piloto.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Colombia, 20 años siguiendo la Agenda 21*. MinAmbiente.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. MEN.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Orientaciones generales para la implementación de la cátedra de la Paz en los establecimientos educativos de preescolar, básica y media de Colombia*. MEN.
- Mojica, A. (2011a, 12 de octubre). Radiografía del centro de aprendizaje ER. (Ponencia) *Congreso de Investigación y Pedagogía II Nacional I Internacional*. Tunja, Colombia.
- Mojica, A. (2011b, 13 de octubre). Aportes de los héroes del planeta a la conservación del cóndor andino en el parque Nacional Natural El Cocuy. (Ponencia) *Congreso de Investigación y Pedagogía II Nacional I Internacional*. Tunja, Colombia.
- Murga, M. y Novo M. (2017). Sostenibilidad, desarrollo “glocal” y ciudadanía planetaria. Referentes de una pedagogía para el desarrollo sostenible. *Teoría de la Educación*,

- 29, 55-78. [http://revistas.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/1130-3743/article/view/teoredu2915579](http://revistas.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/1130-3743/article/view/teoredu2915579)
- Parrat, S. (2006, 31 de agosto). La formación integral de los educadores para el desarrollo científico, cognoscitivo, ético, socio-emocional, vocacional y ciudadano de estudiantes y alumnas. (Conferencia) *Congreso Internacional de Educación, Investigación y Formación Docente*. Medellín, Colombia.
- Pinzón, C. (2014). Sistematización de la experiencia de práctica en el consultorio social Minuto de Dios, sede principal (CSMD), como interlocutor de practicantes de psicología (tesis de maestría), Universidad del Rosario. <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/5691>
- Resolución 1745 del 2016 (12 de abril). Por medio de la cual se institucionaliza el Festival Escolar Audiovisual de la Secretaría de Educación del Departamento de Boyacá. Secretaría de Educación de Boyacá.
- Resolución 9543 del 2019 (14 de noviembre). Por medio de la cual se reorganiza el Festival Escolar Audiovisual FESCOL Boyacá de la Secretaría de Educación de Boyacá. Secretaría de Educación de Boyacá.
- Resolución 6308 del 2021 (8 de noviembre). Por la cual se amplía la cobertura del Festival Escolar Audiovisual FESCOL ahora denominado FESCONAL Boyacá. Secretaría de Educación de Boyacá.
- Restrepo, B. (2006, 31 de agosto). La investigación en la formación inicial de los docentes: tres planos, tres funciones. (Conferencia) *Congreso Internacional de Educación, Investigación y Formación Docente*. Medellín, Colombia.
- Unesco. (2015). *Replantear la educación ¿Hacia un bien común mundial?* Unesco.
- Unesco. (2016). *Educación para la ciudadanía mundial. Preparar a los educandos para los retos del siglo XXI*. Unesco.

## **Capítulo 7. Uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la enseñanza experimental de las ciencias naturales\***

Francy Suley Pérez Ortiz

Este artículo presenta un análisis entre el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y la enseñanza de las ciencias naturales por medio de la implementación de laboratorios virtuales que usan simuladores como estrategia de enseñanza. Como objetivo de investigación se pretende determinar el nivel de apropiación que tienen los docentes en cuanto al uso de las TIC e identificar un diseño pedagógico para usarlas en el fortalecimiento de los desempeños académicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes. A partir de un método cualitativo bajo un enfoque descriptivo, y como técnica de recolección de datos, la encuesta, se analizan los resultados académicos de los informes de laboratorios y encuestas aleatorias realizadas a los estudiantes al finalizar la implementación de la estrategia. Como muestra se toman tres cursos de grado octavo y diez docentes del área de ciencias naturales. La investigación identifica, por un lado, que los docentes cuentan con un nivel de apropiación en el manejo de las TIC; sin embargo, estos conocimientos no son aplicados en la enseñanza. Por otro, que los estudiantes obtienen mejores resultados académicos y una mejor actitud hacia el proceso de aprendizaje cuando se hace uso de las TIC.

### **Introducción**

En varias instituciones académicas de Colombia se han dejado de lado las prácticas de laboratorio, en parte, debido a la falta de materiales o de instalaciones. Un estudio realizado por Villada (2004) revela que para el municipio de

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.7>

Armenia, Quindío, en el 63 % de las instituciones de dicho municipio no existen laboratorio de ciencias y en el 34 % de estas sí existe un salón designado como laboratorio, no obstante, de este 34% la mitad de los docentes dicen que no hay ninguna dotación de laboratorio.

La institución educativa Antonio Nariño no es ajena a la realidad descrita antes, esta institución de carácter oficial y mixto presta el servicio educativo en los niveles de preescolar, básica primaria, básica secundaria, media técnica y media académica, y alberga alrededor de 2500 estudiantes distribuidos en sus 4 sedes. La sede principal, lugar donde se realizó esta investigación, cuenta con 1500 estudiantes y un laboratorio de ciencias naturales que no cumple con gran parte de las condiciones físicas generales estipuladas en la directiva ministerial n.º 67 emitida por el Ministerio de Educación Nacional (2015), entre estas: contar con duchas para casos de urgencias, suministro de gas, dos accesos funcionales y adecuada ventilación.

El no contar con dichas condiciones físicas hace que las prácticas de laboratorio se tornen inseguras; además, los reactivos son escasos y los que llegan a haber se encuentran en pequeñas cantidades, el material de laboratorio es insuficiente comparado con el número de estudiantes por salón (40 estudiantes) por lo que se deben formar alrededor de 8 grupos de trabajo y, por último, son 20 cursos para un solo laboratorio. Las anteriores condiciones hacen que se haya dejado a un lado algunas de las prácticas de laboratorio por parte de los docentes de la institución educativa.

Diferentes autores (Espinoza *et al.*, 2016; Flores *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2017) han mostrado que las prácticas de laboratorio fortalecen en los educandos destrezas científicas. La comprensión de conceptos relacionados con las diferentes temáticas propias del área de ciencias naturales; además que la realización de prácticas de laboratorio implica la resolución de problemas y se constituye en una estrategia motivadora de aprendizaje. Lo anterior puede contribuir a mejores resultados académicos que se ven reflejados en las pruebas Saber 11.º.

Al realizar un análisis comparativo de los resultados de las pruebas Saber 11.º durante los años 2017, 2018 y 2019 de la institución educativa Antonio Nariño, se identificó que esta es la única institución del municipio en el sector oficial cuyos resultados se encuentran por debajo de la media nacional y con respecto al área de ciencias naturales los resultados son los más bajos a nivel municipal,

de tal manera que se encuentran por debajo del promedio departamental y promedio nacional (Secretaría de Educación de Mosquera, 2020).

El uso pedagógico de las TIC dentro del aula puede convertirse en una alternativa a los laboratorios presenciales y de esta manera se busca una solución para no dejar a un lado la enseñanza experimental.

Córdoba (2017) realizó una encuesta a 200 estudiantes en la básica y la media de las instituciones educativas públicas del área metropolitana de Medellín, municipio de Bello y Girardota, los resultados encontrados sugieren que la mayoría de los estudiantes utilizan dispositivos tecnológicos para su uso personal y les gustaría que todos los profesores cambiaran sus estrategias de enseñanza por el uso de tecnología en el aula. Por lo que se puede asumir que los estudiantes están familiarizados con el uso de las TIC, que esta es su realidad y que se sienten cómodos usándola.

La incursión de las TIC en el aula fue investigada por Pontes (2005) y Bentienga (2018). Por su parte, Pontes realizó un análisis panorámico de las TIC, al analizar los posibles usos educativos y tipos de recursos informáticos que pueden utilizar los docentes de ciencias experimentales. Mientras que Bentienga analizó la incidencia del uso de simuladores en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las leyes de Newton, como recurso estratégico para mejorar el desempeño académico. Ambos autores llegaron a la conclusión de que las simulaciones virtuales tienen importantes aplicaciones en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que se pueden utilizar o reemplazar en prácticas peligrosas o que requieren un equipo muy complejo de forma presencial.

Teniendo en cuenta a Cortés *et al.* (2017), en su estudio sobre el uso de las TIC en la práctica pedagógica, se concluyó que ha sido un reto la incorporación de las TIC en las prácticas educativas, puesto que implica la actualización del aprendizaje en el uso de esas herramientas. En ese sentido, hacen un llamado urgente no solo a capacitar a los docentes, sino a enseñarles la forma en que pueden desarrollar estrategias pedagógicas con uso de TIC para que se generen aprendizajes realmente significativos.

En Colombia se han realizado trabajos similares al propuesto, por ejemplo, el de Angarita (2018), cuyo objetivo de investigación fue “diseñar una secuencia didáctica para la apropiación significativa de conocimientos relacionados con el sistema digestivo del cuerpo humano” (p. 282). Para esto, tomó como estrategia pedagógica el uso de la realidad aumentada. Los resultados obtenidos tras

la aplicación del procedimiento didáctico demostraron el efecto positivo en los procesos de enseñanza-aprendizaje, la adquisición de conocimientos específicos sobre los órganos, los nombres de cada uno de estos, su disposición en el cuerpo humano y sus funciones en el proceso digestivo.

Por otro lado, Montoya y Salas (2018) analizaron en noveno grado el efecto de las simulaciones interactivas como objetos de aprendizaje en el desarrollo de competencias que fortalecen la explicación e investigación de fenómenos en las ciencias naturales. Los resultados sugieren que las simulaciones interactivas son herramientas educativas adecuadas para mejorar las habilidades científicas de los estudiantes y, además, tienen un impacto positivo en su desarrollo.

Es claro entonces que los estudiantes de hoy se ven influenciados por los medios de comunicación y su aprendizaje en gran medida es visual, lo que invita al docente a diseñar estrategias diferentes de enseñanza, actualizarse en nuevas herramientas e involucrarse en los intereses que motivan aprender a sus estudiantes. Es por esto que se plantea como propósito de este estudio diseñar una secuencia didáctica para la enseñanza experimental de las ciencias naturales. Y así, como afirma Hung (2015), lo que se pretende es transformar la práctica docente, fortalecer la relación TIC-enseñanza, en la que el estudiante es constructor de su propio conocimiento y el docente facilitador de este, sin dejar de lado el trabajo colaborativo y el papel social que desempeñan los docentes.

## **Metodología**

Esta investigación se orientó bajo un enfoque cualitativo desde la perspectiva de Bonilla y Rodríguez (2000), en la que “la investigación cualitativa intenta hacer una aproximación global de las situaciones sociales para explorarlas, describirlas y comprenderlas de manera inductiva” (p. 120), desde este enfoque se quiere describir el uso que se les da a las TIC en el aula de clases de la asignatura de Ciencias Naturales en la educación básica y explorar una estrategia didáctica para la implementación de laboratorios virtuales haciendo uso de las TIC.

Se eligió la sistematización educativa como método para su desarrollo. Esta entendida como una “estrategia para comprender más profundamente las prácticas de intervención y acción social, para recuperar los saberes que allí se producen y para generar conocimientos sistemáticos sobre ellas” (Torres, 1999, p. 2). La sistematización se trabajó bajo un paradigma interpretativo.

Se tomó como unidad de análisis 100 estudiantes de grado octavo, pertenecientes a una institución de carácter público ubicada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, y 10 docentes que orientan la asignatura de Ciencias Naturales en el nivel de básica y media, de los cuales el 50 % pertenecen al Estatuto 1278 y el otro 50 % al 2277. Con el fin de que la muestra fuera heterogénea se buscó que todos fueran docentes nombrados en el sector público.

La muestra se seleccionó de forma no aleatoria definida por conveniencia. El instrumento para la recolección de la información fue una encuesta y la observación directa. Por medio de la encuesta se pudo indagar en los docentes acerca del nivel de apropiación y del uso que le dan a las TIC durante su quehacer diario, mientras que a los estudiantes se les hicieron preguntas sobre sus apreciaciones y su sentir respecto a la experiencia que han tenido en el laboratorio virtual.

La estructura de la estrategia didáctica comprende dos momentos: preparación y aplicación. En la preparación se construyen las guías de laboratorio virtual, teniendo presente que una está dirigida al docente y otra al estudiante. La guía del docente contiene elementos, tales como los lineamientos curriculares de ciencias naturales para grado octavo. Esta se articula con el tiempo estipulado, materiales, saberes previos, derechos básicos de aprendizaje, estándares de desempeño y la imagen de la simulación en la que se describe la función de cada uno de los componentes allí presentes.

El segundo momento llamado aplicación se plantea a partir de la guía del estudiante. Al inicio de esta se encuentra una situación motivadora a través de un enlace en el que el estudiante puede acceder a un video que contextualiza la teoría vista con un fenómeno natural o la explicación del funcionamiento de un artefacto. A continuación, están dispuestos los objetivos de la práctica y a partir de un segundo enlace se conduce al estudiante al laboratorio virtual, el cual permite, siguiendo las instrucciones dadas en el procedimiento, la interacción y el estudio del fenómeno que se está analizando las veces que sean necesarias hasta comprenderlo.

Durante la ejecución del procedimiento se va completando la tabla y registrando los datos, finalmente, se proponen algunas situaciones enmarcadas en el análisis de resultados, en este se puede identificar el nivel de comprensión al relacionar todos los elementos trabajados en la aplicación y sus saberes previos.

Posterior al laboratorio virtual, se aplicó una encuesta al 20 % de los estudiantes de cada curso a quienes se les hizo preguntas referentes al desarrollo de

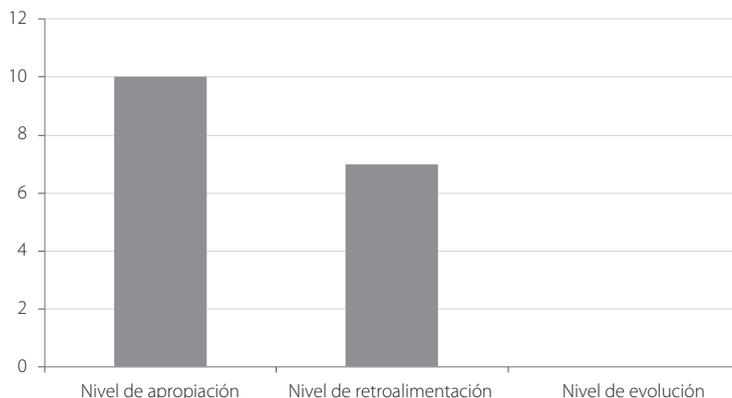
la guía, nivel de dificultad de esta, motivación y cómo perciben la experiencia de aprendizaje. Además, se procede a la revisión de los informes de laboratorio entregados por los estudiantes cuyas notas van de 1,0 a 5,0 de acuerdo con lo estipulado por el Sistema Institucional de Evaluación (SIEE).

## Resultados

A continuación, se describe en qué medida los docentes integran las TIC a la enseñanza de las ciencias naturales para favorecer la construcción de conocimiento en los estudiantes de acuerdo con los niveles de apropiación de los componentes del modelo de competencias y estándares TIC propuestos por la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (Unesco) (2016). En relación con las encuestas realizadas a los docentes, el 100 % de los docentes se encuentra en el nivel de apropiación, el 70 % en el nivel de reorientación y ningún docente alcanza el nivel evolución (véase la figura 7.1).

En los docentes encuestados, el 100 % de los docentes afirman utilizar las TIC para la evaluación de contenidos, seguimiento de estudiantes, proyección de videos y como medio de consulta en casa. El 30 % dice haber usado entre 1-5 veces las TIC para realizar mapas conceptuales, diseñar diapositivas como apoyo a los contenidos, crear sus propios crucigramas y sopas de letras y el 10 % ha creado blogs, contenidos multimedia y diseño de evaluaciones en línea.

Figura 7.1. Nivel de competencia TIC en docentes



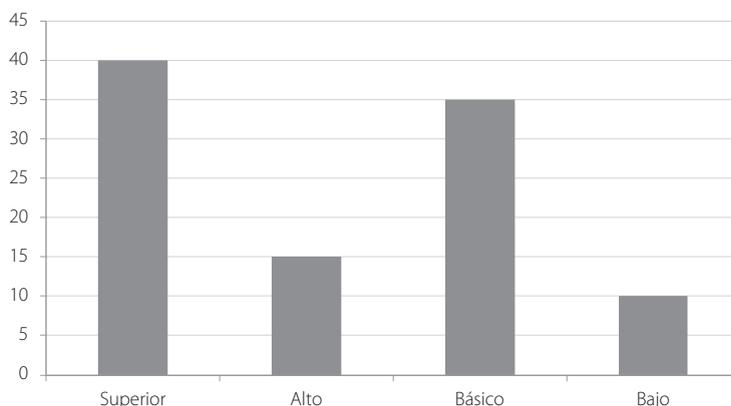
Fuente: elaboración propia.

El 60% de los docentes conoce que existen herramientas TIC que permiten resolver problemas virtuales y realizar el modelamiento de la forma en que operan algunas leyes de la física y la química, el 30% de los docentes manifiesta haber utilizado alguna vez un simulador virtual y ningún docente cree tener los conocimientos para transformar o crear su propio material de modelación para la demostración de las leyes físicas y químicas.

Al desarrollar la guía con los estudiantes, la cual se planea por parejas para fomentar el diálogo y la construcción concertada con base en los conocimientos individuales (véase la figura 7.2), se analiza con respecto al desempeño académico alcanzado para la temática desarrollada en particular que el 40% de los estudiantes se encuentra en un nivel superior, el 35% en nivel básico, 15% alto y 10% bajo de acuerdo con el Sistema de Evaluación Institucional.

Las encuestas tipo abierta realizadas de forma aleatoria al 20% de los estudiantes una vez terminada la implementación de la estrategia didáctica ponen en evidencia que al 82% de los estudiantes le pareció fácil el desarrollo del laboratorio y el 18% dice haberse confundido durante el procedimiento. Con respecto a si despejaron dudas que surgieron durante las clases teóricas, el 95% dice que sí y el 5% manifiesta aún no entender algunos conceptos. Por otro lado, a la pregunta ¿si prefieren las prácticas de laboratorio de forma tradicional?, el 8% de los estudiantes respondió que prefiere este tipo de prácticas y el 92% que las prefiere haciendo uso de las TIC y, por último, se indaga si el concepto visto lo

Figura 7.2. Nivel de desempeño logrado por los estudiantes



Fuente: elaboración propia.

asocian a una situación cotidiana como los barcos, submarinos, cubo de hielo, el aceite en el agua, las piedras del río, a lo que responde sí el 87 %. Sin embargo, el 13 % dice no encontrar una situación cotidiana semejante al laboratorio.

### Discusión de los resultados

La realización de laboratorios virtuales mejora los niveles de desempeño del área de ciencias naturales en los estudiantes. En la investigación realizada, el 40 % de los estudiantes alcanza un nivel de desempeño sobresaliente. Al desarrollar un laboratorio con el uso de una aplicación tecnológica, los estudiantes trabajan a su propio ritmo de aprendizaje, les llama la atención aprender utilizando la tecnología, se sienten familiarizados con el uso de las TIC, lo que les facilita acciones como arrastrar un objeto en la aplicación. Por el contrario, les parece riguroso hallar la masa de un objeto en una balanza de triple brazo, determinar el volumen de un objeto macizo por el miedo de romper la probeta, esperar turno para tomar los datos necesarios usando dos o tres materiales con los que cuenta el laboratorio de la institución. Estos resultados son equiparables con los obtenidos por Angarita (2018), en los que también se identificó mejoras en el proceso enseñanza-aprendizaje al hacer uso de las TIC en la enseñanza experimental de las ciencias naturales.

El uso de las TIC en los docentes se ha convertido en un complemento de su trabajo, pero no necesariamente en una estrategia de enseñanza. El 100 % de los docentes dicen utilizar las TIC en actividades cotidianas de su rol, tales como presentar informes académicos, subir notas a una plataforma, realizar consultas y adquirir material de trabajo para sus clases o la presentación de material multimedia. No obstante, solo el 30 % de los docentes hace una reintegración de las TIC, es decir, usa simuladores y micromundos aplicados a las ciencias naturales. Esto explica que no es que el docente sea ignorante del manejo de un equipo tecnológico como un computador, sino que no tiene el conocimiento o la habilidad para involucrar estrategias tecnológicas dentro del aula, de manera que, al igual que los hallazgos de Cortés *et al.* (2017), las capacitaciones en TIC para los docentes deben ir dirigidas más bien a la identificación de páginas web en las que se encuentran simuladores y estrategias para la aplicación de herramientas tecnológicas que se puedan adaptar a cada uno de los contextos institucionales.

El 100% de los docentes conoce las TIC. Estas herramientas facilitan la presentación de contenidos, la comunicación, brinda una relación de economía, tiempo y dinero, además, flexibilizan el espacio y el manejo de los recursos, también son importantes para visualizar la estructura de contenidos y la búsqueda de información de calidad. Todos los docentes dicen utilizarla en su rol diario lo que se ve reflejado en el diseño de guías, cuando utilizan herramientas como Word, en la proyección de videos, el registro de notas a través de la plataforma con la que cuenta la institución, para la comunicación con otros docentes o padres de familia como el correo o grupos de WhatsApp. Y el 70% de los docentes son capaces de agregar o añadir objetos a una herramienta TIC, por ejemplo, al editar videos.

## Conclusiones

La enseñanza de las ciencias naturales a nivel experimental es fundamental para alcanzar la competencia propositiva. Sin embargo, uno de los obstáculos que encuentran los docentes es la falta de material de laboratorio, por eso una gran opción son los laboratorios virtuales con lo que se brinda a los estudiantes la oportunidad para que apliquen conceptos teóricos en situaciones nuevas que hacen parte de un mundo real y que a veces lo perciben en el día a día, pero no saben que su funcionamiento se explica a través de una teoría de las ciencias naturales.

Las universidades en las que se forman docentes, además de impartir unos contenidos propios de la enseñanza, una legislación propia del ejercicio de enseñar y de vivir en comunidad con menores de edad, deben formar docentes para enfrentarlos a la realidad del país: instituciones educativas con pocos recursos, poco material didáctico, zonas rurales apartadas sin acceso a internet. Por lo tanto, es importante que los futuros docentes sean formados en alternativas para la enseñanza, didáctica para la enseñanza desde su entorno real, explorando al máximo la creatividad del docente y su habilidad para llamar la atención del estudiante hacia el aprender.

Al desarrollarse laboratorios virtuales se obtienen mejores rendimientos académicos en los estudiantes, teniendo así que el 100% de los estudiantes entregan su informe de laboratorio al finalizar la clase. El hecho de ser autodidactas

y únicos responsables de su deber en ese momento hace que se preocupen por alcanzar los objetivos en el tiempo requerido, acudan de forma constante al docente en el caso de no comprender y no divaguen entre sus compañeros.

El problema de conectividad en algunas instituciones del país dificulta este tipo de enseñanza de las ciencias naturales en el aula a través de la virtualidad, si bien es cierto que algunos programas son en línea hay otros que no requieren internet para su ejecución, todo es conocer su entorno y encontrar la simulación que se ajuste al contexto, se puede optar por realizar la experiencia de forma magistral por parte del docente con la participación de los estudiantes, exponiendo sus hipótesis y luego los estudiantes repliquen el trabajo en casa.

Los profesores demandan capacitación constante en TIC. Estos señalan que el conocimiento que tienen en TIC aplicado a la enseñanza en el aula procede de compañeros de trabajo con mayor experiencia en este tipo de prácticas, lo que hace importante que desde las diferentes Secretarías de Educación se capacite a los docentes en herramientas tecnológicas propias de su área, en equipo con pares académicos, que todos hablen un mismo idioma, en los mismos términos y de ser necesario ubicarlos por grupos de acuerdo con su nivel de apropiación en TIC, pues muchas veces las capacitaciones son avanzadas dejando rezagados a aquellos que no tienen manejo de las TIC o son muy básicas para algunos, pues la idea es empezar desde cero.

La novedad de realizar laboratorios virtuales para los estudiantes facilita el aprendizaje al encontrarse frente a un formato más familiar y cercano, ya que el estudiante es consciente de lo que hace, manipula los objetos sin temor a equivocarse, puede controlar las variables, los datos pueden fallar sin que esto traiga consigo un accidente, la aplicación es flexible y va al ritmo del estudiante. Esto lleva a una interpretación de su realidad virtual realizando una analogía de su contexto.

## Referencias

- Angarita, L. J. (2018). Apropiación de la realidad aumentada como apoyo a la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica primaria. *Red Iberoamericana de Pedagogía (REDIPE)*, 17(13), 279-300. <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2427>
- Bentivenga, M., Giorgini, D. y Bombelli, E. (2018). Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de las leyes de Newton. Análisis

- descriptivo preliminar. *Conferencia, Jornada Latinoamericana de Investigadoras en Formación en Educación*. <https://r.issu.edu.do/?l=12193EuA>
- Bonilla, C. E. y Rodríguez, S. P. (2000). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Universidad de los Andes. Editorial Norma. <https://r.issu.edu.do/?l=12194G4S>
- Córdoba Castrillón, M. (2017). Estudiantes de la básica y media con respecto al uso de las TIC como herramientas de apoyo a su aprendizaje. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 9(16), 113-125. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5763493>
- Cortés Muñoz, S., Vargas Ordóñez, T. y Neira Díaz, J. (2017). Uso de las TIC en la práctica pedagógica. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(1), 46-56. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11128/pdf>
- Espinosa, R. E., González, L. K. y Hernández, R. L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265447025017>
- Flores, J., Caballero, S., Concesa, M. y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3221708>
- García, H. (2016). *Uso de los laboratorios virtuales para la enseñanza-aprendizaje del concepto materia y sus propiedades en estudiantes de grado noveno*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59242>
- Hung, E. (2015). *Hacia el fomento de las TIC en el sector educativo en Colombia*. Editorial Universidad del Norte. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=579331>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2015, 03 de diciembre). Directiva ministerial n.º 67. Por la cual se establecen aspectos relacionados con las buenas prácticas de laboratorio. [articles-355749\\_recurso\\_normatividad.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/areas-de-trabajo/articulos-355749_recurso_normatividad.pdf) (mineducacion.gov.co)
- Montoya, V. y Salas, S. (2018). *Las simulaciones interactivas como objetos de aprendizaje en el desarrollo de las competencias explicación de fenómenos e indagación en las ciencias naturales en 9.º* (trabajo de grado), Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/55>
- Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (Unesco) (2016). *Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente*. Pontificia Universidad Javeriana. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/estandares-tic-javeriana-unesco.pdf>

- Pontes, P. A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 2-18. [http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_1/Pontes2005a.pdf](http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_1/Pontes2005a.pdf)
- Rodríguez Moreno, J., Colmenero Ruiz, M. J. y Ortiz Colón, A. (2017). Las prácticas de laboratorio como recurso didáctico en educación primaria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. (pp. 1049-1056) <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335141>
- Secretaría de Educación de Mosquera. (2020). *Informe: Análisis pruebas saber 11°*. <https://r.issu.edu.do/l?l=1219531U>
- Torres, A. (1999). La sistematización de experiencias educativas: reflexiones sobre una práctica reciente. *Pedagogía y Saberes*, 13, 5-15. <https://doi.org/10.17227/01212494.13pys5.15>
- Villada, S. M. (2004). *Aulas integrales para educación básica en el área de ciencias naturales y educación ambiental en el municipio de Armenia* (trabajo de grado), Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. <https://r.issu.edu.do/l?l=12196jyd>

## **Capítulo 8. Representación polinomial de numerales escritos en el sistema decimal de numeración: un estudio con niños escolarizados\***

Helmer Jesús Ruiz Díaz

Yilton Riascos Forero

En este capítulo se presentan los resultados de una investigación enmarcada en la didáctica de las matemáticas, relacionada directamente con la psicología cognitiva. El objeto matemático puesto en escena es el sistema decimal de numeración (SDN), específicamente su representación polinomial. Dado que la representación polinomial es una forma de condensación de numerales grandes, el propósito fundamental aquí planteado es describir y caracterizar las estrategias que los niños aplican para representar de forma polinomial los numerales escritos en el SDN. El enfoque metodológico es cualitativo, ya que se pretende describir cómo los sujetos participantes acceden a un conocimiento matemático, para esto, en el marco del método del análisis de tareas, se diseñó y aplicó una tarea que consideró los elementos que hacen parte de un polinomio en base 10, la cual, mediante la técnica de entrevista clínica, exigió de los participantes la lectura y escritura de distintas representaciones numéricas. La tarea la resolvieron 22 sujetos con edades de 9, 10 y 11 años de grados cuarto, quinto y sexto de educación básica. Con los resultados encontrados es posible observar las dificultades existentes en el tratamiento de operaciones como representaciones de numerales. También se muestra la importancia de complementar las representaciones aditivas y multiplicativas con explicaciones que apunten a desarrollar la representación en potencias de base diez para enriquecer la comprensión de la representación polinomial en los numerales escritos en el SDN.

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.8>

## Introducción

El problema que se planteó en la investigación se relaciona con el desarrollo del pensamiento numérico, pues este “se adquiere gradualmente y va evolucionando a medida en que los alumnos tienen la oportunidad de pensar en los números y de usarlos en contextos significativos” (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 1996, p. 43). Además, los lineamientos curriculares afirman que una de las herramientas para desarrollar dicho pensamiento son los sistemas numéricos.

En este sentido, Cortina (1997) manifiesta que, a lo largo de la historia, la humanidad ha construido sistemas matemáticos que le han permitido interactuar con el mundo, interpretándolo, organizándolo e interviniendo en este, y uno de los constituyentes básicos de las matemáticas, de la cultura occidental, es el sistema de numeración decimal, el cual, siguiendo algunas reglas aparentemente sencillas, permite la representación de cualquier magnitud o cantidad y también la realización de una gran variedad de cálculos.

Todo numeral escrito en el SDN se puede representar como un polinomio en base 10, por ejemplo, el numeral 9,768 se puede escribir mediante la expresión:  $9 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 6 \times 10^1 + 8 \times 10^0$ . En esta representación, además de las estructuras aditivas y multiplicativas, aparece la operación de potenciación que, como las otras operaciones, está dotada de unos símbolos y signos propios. Que los niños comprendan los procesos involucrados en la representación de numerales escritos en el SDN no es tarea fácil. Muchos de los errores que los niños cometen al ejecutar los algoritmos de las operaciones se deben a la dificultad para que ellos comprendan dichos procesos. De ahí la importancia de explorar el pensamiento del niño, a través del seguimiento de estrategias, para conocer los procesos que siguen en la construcción del sistema de notación y enunciación de los números en un nivel más avanzado como lo es su significado de representación polinomial.

Por lo tanto, al partir del hecho de que en la mayoría de veces, en el aprendizaje y en la enseñanza del SDN, no se tiene en cuenta la importancia de la representación polinomial como algo fundamental para la comprensión del sistema y atendiendo a las experiencias en el aula de clase, se abren inquietudes acerca de las formas iniciales de representación polinomial en niños escolares que, para este caso, se concretan e intentan responderse bajo el interrogante: *¿Cuáles son las estrategias que los niños entre 9 y 11 años aplican cuando resuelven situaciones que involucran la representación polinomial de numerales escritos en el SDN?*

Para abordar esta problemática, es necesario aproximarse a conceptos como la *representación* en la didáctica de las matemáticas, así como la elaboración de estrategias que desarrollan los niños por sí mismos para aprender la expresión matemática y el objeto matemático como tal que es el SDN.

### *La representación en didáctica de las matemáticas*

En didáctica de las matemáticas, “representación” y “sistema de representación” tienen diversas interpretaciones. Goldin y Janvier (1998), las consideran como una situación física, externa y estructurada o como un conjunto de situaciones describibles matemáticamente, también como una materialización lingüística o un sistema lingüístico mediante el cual se discute un contenido matemático; o como un constructo matemático formal o un sistema de constructos que representan situaciones mediante símbolos; o como una configuración cognitiva interna o un sistema de tales configuraciones como producto de procesos del pensamiento matemático. La mayoría de investigaciones sobre representaciones en didáctica de las matemáticas plantea la problemática de un sujeto que se representa un objeto matemático sin explicitar el punto de vista epistemológico desde el que se desarrolla la investigación (Font, 2001). En el análisis de los procesos de aprendizaje y comprensión de los objetos matemáticos, las representaciones desempeñan un papel importante; en este trabajo, dicho concepto se utilizó para argumentar el significado que los sujetos dan a los objetos representados.

En este sentido, se acudió a los aportes de Piaget sobre la representación mental como la evocación de los objetos ausentes y la consideración del carácter figurativo y operatorio de la representación (Piaget, 1976, p. 138). También, la noción de representación semiótica expuesta por Duval, que hace referencia a un sistema particular de signos y supone “la consideración de sistemas semióticos diferentes y una operación cognitiva de conversión de las representaciones de un sistema semiótico a otro” (Duval, 1999, p. 27).

### *Estrategias*

Cuando un sujeto se enfrenta a dar solución a una situación determinada, es probable que ocurran dos cosas, la primera que los sujetos tengan las competencias necesarias para resolverla o por el contrario que carezca de ellas. En

este último caso es en el que emergen los esquemas mentales adquiridos y se combinan con otros para poder encontrar una solución a la situación.

Este esbozo sucesivo de varios esquemas, como lo dice Vergnaud (1990), va acompañado necesariamente de descubrimientos, y es en las acciones del sujeto en las que se pueden observar las estrategias que fueron seguidas durante el proceso de resolución de una tarea concreta. Por esta razón, el estudio de las estrategias se vuelve relevante a la hora de indagar por el aprendizaje en los niños.

Antes de definir lo que es una *estrategia*, es conveniente distinguir entre dos tipos de sujetos: el epistémico y el psicológico. Por *sujeto epistémico* se entiende “lo que hay de común a las estructuras intelectuales de los sujetos de un mismo nivel de desarrollo” (Inhelder, 1978, p. 5). Por *sujeto psicológico*, “lo que es propio de los individuos”, por ejemplo, la necesidad de una organización general que debe operarse entre el objetivo a alcanzar y los medios disponibles (Inhelder, 1978, p. 5).

De esta manera se comprende que el estudio de los procedimientos de resolución de tareas adquirirá su verdadera significación si se inscribe en un marco epistemológico constructivista, se elabora a partir de análisis estructurales previos y se apoya sobre las leyes fundamentales del progreso del conocimiento, lo que resulta crucial para avanzar en la comprensión del desarrollo cognitivo.

Las investigaciones efectuadas permiten precisar algunas leyes estructurales y funcionales del desarrollo cognitivo de los mecanismos de *comprensión de la realidad* atribuibles al sujeto epistémico. Por lo que se llega así al momento de centrar la atención en los *procesos de invención y en los procedimientos* utilizados por el sujeto psicológico en su búsqueda de una solución a problemas concretos (Inhelder, 1978, p. 6).

La diferencia entre comprensión de la realidad y procesos de invención no debe ser entendida como algo radical, puesto que en el progreso de la comprensión que el niño realiza en el curso de su evolución psicogenética es posible discernir un acto de invención de otro y, recíprocamente, aceptar que en todo acto de descubrimiento hay una parte de comprensión.

Los trabajos iniciales, más epistemológicos y estructuralistas, estudiaron lo que es más *general*, o universal, en la génesis del conocimiento; el objeto de los estudios posteriores varió hacia la búsqueda de los mecanismos funcionales

subyacentes a las estrategias particulares del sujeto *individual* en sus diferentes niveles de desarrollo.

Inhelder (1978) denomina *estrategia* a “todo sistema y toda secuencia de procedimientos, susceptible de ser repetidos y transferidos a otras situaciones, y que constituyen los medios para alcanzar el fin hacia el que tiende el sujeto” (p. 7). Queda claro en esta definición que las nociones de *medio* y *fin* son relativas, ya que un medio puede convertirse ocasionalmente en un fin y viceversa.

El problema central del estudio psicológico de las estrategias consiste en determinar sus condiciones de éxito, más específicamente en precisar los ajustes progresivos de los medios a los fines y en analizar su formación (Inhelder, 1978). De esta manera, el análisis de las estrategias cognitivas versará sobre los descubrimientos sucesivos del sujeto y sobre las razones de las modificaciones operadas.

### *El sistema decimal de numeración*

El sistema decimal de numeración (SDN) tuvo su origen en India y fueron los árabes los que lo divulgaron por toda Europa, por esta razón es conocido como Induarábigo. Según Duarte, Roby y Polo (2001), el número decimal, en principio, sirvió de manera exclusiva para medir y representar cantidades, luego el número decimal aparece como instrumento matemático, de aproximación de racionales y radicales. En consecuencia, el decimal se utiliza conscientemente, pero no se le reconoce como objeto de estudio. Posteriormente, los decimales se convierten en un objeto de conocimiento que puede ser enseñado y utilizado en operaciones prácticas.

En la actualidad nuestro sistema de lectura y escritura se llama SDN, porque cada diez unidades de orden cualquiera forman una unidad de orden inmediatamente superior. Este sistema utiliza diez signos, llamados dígitos, los cuales son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0 y un punto (.) para indicar unidades de mil, de millón, entre otras. Además, para representar un número natural de manera única, en dicho sistema, se deben seguir las siguientes reglas: solo se escriben las cifras que especifican el número de unidades que lo componen, dichas cifras se escriben una a continuación de la otra, de izquierda a derecha, en relación decreciente con respecto al orden de las unidades.

De las reglas anteriores se deriva que las cifras adquieran un doble valor: el valor correspondiente al número de unidades y el valor relativo al orden que depende de la posición que la cifra ocupe en el numeral. Se entiende por numerales a los signos primitivos y a los que se derivan de la combinación entre estos.

De esta forma, se puede decir que el SDN es una herramienta matemática construida a través de una larga evolución histórica, se clasifica dentro de los sistemas posicionales e involucra simultáneamente operaciones aditivas, multiplicativas y de potenciación, que pueden ser estudiadas con sus respectivas representaciones (más adelante se hablará más sobre dichas representaciones). El uso cotidiano del SDN lo han convertido en una simple técnica de traducción de ciertas cantidades en símbolos gráficos y generalmente se piensa que para su conocimiento es suficiente conocer la regla que rige dicha traducción. Este modo de entender al SDN oscurece la comprensión de los problemas involucrados en el aprendizaje de este objeto y, desde luego, en su enseñanza (Terigi y Wolman, 2007).

Como objeto matemático, “el sistema de numeración se puede considerar como un sistema de representación de las cantidades” (Terigi y Wolman, 2007, p. 65), en el que se involucra un proceso de diferenciación de los elementos y las relaciones reconocidas en el objeto a ser representado y una selección de aquellos elementos y relaciones que serán retenidos en la representación. Por esta razón, el estudio consideró pertinente hacer aclaraciones en algunos conceptos relacionados con el SDN, por ejemplo, las nociones de número y numeral, también las de sistema numérico y sistema de numeración (Ruiz y Riascos, 2014).

### *Estudios sobre el aprendizaje del sistema decimal de numeración*

Broitman y Kuperman (2004) citan a (Huges, 1986; Sastre y Moreno, 1976; Sinclair *et al.*, 1983) como pioneros en trabajar la representación gráfica de cantidades menores de diez; otros estudios se centran en la diferenciación entre notaciones numéricas y alfabéticas (Pontecorvo, 1985) o hacen énfasis en procedimientos notacionales en general (Tolchinsky y Karmiloff-Smith, 1993).

Posteriormente aparecieron estudios sobre la reconstrucción de las reglas del SDN en cuanto a su producción, interpretación o comparación de notaciones de números de varios dígitos, aquí Broitman y Kuperman (2004) citan a (Higino da Silva, 1990; Lerner, Sadovsky y Wolman, 1994; Nunes, 1989; Seron

*et al.*, 1991, 1995; Sinclair y Scheuer, 1993; Sinclair *et al.*, 1994). Otros trabajos muestran que los niños avanzan en su conocimiento del sistema de numeración al enfrentar conflictos entre las diferentes ideas que construyen (Lerner *et al.*, 1994; Terigi, 1992).

Desde una perspectiva operatoria, Kamii (1994) muestra que para construir el sistema de notación en base 10 para los números arábigos, se requiere la construcción de sistemas jerárquicos sucesivos, segmentando en cada nuevo sistema el todo en partes iguales, ordenando cada parte e incluyéndolas jerárquicamente. De acuerdo con la autora, este mismo proceso debe ser repetido para cada nuevo subsistema.

Por otra parte, para analizar los errores que cometen los niños al escribir números arábigos al dictar y al leer numerales, varios autores utilizan un modelo de procesamiento numérico que describe la estructura interna y el funcionamiento de los mecanismos cognitivos que permiten el procesamiento numérico normal propuesto por McCloskey<sup>1</sup> y que permite diferenciar los errores (lexicales y sintácticos) que los individuos cometen al escribir numerales dictados.

En algunos de estos estudios (Power y Dal Martello, 1990, Seron *et al.*, 1991, 1991, 1994), citados por (Orozco Hormaza y Hederich, 2002), señalan que la mayoría de los errores muestran un patrón consistente; sin embargo, en otras investigaciones (Sullivan *et al.* 1996), también reportadas por (Orozco Hormaza y Hederich, 2002) se encuentra que la mayoría de los errores presentan patrones bastante inconsistentes, se concluye entonces que “cualquier modelo de desarrollo de decodificación numérica necesita tomar en cuenta la diversidad de errores que los niños cometen” (Orozco Hormaza y Hederich, 2002, p. 2).

Autores, como Lerner y Sadovski (1997), trabajan desde la perspectiva del desarrollo de la notación numérica y de la comprensión del sistema, estos estudios analizan las escrituras no convencionales desde los criterios que los niños utilizan; además, estudian el papel que desempeñan algunos números privilegiados llamados nudos<sup>2</sup>, argumentado que los niños primero abordan estos nudos y solo “después elaboran la escritura de los números que se ubican en los

<sup>1</sup> En Hederich y Orozco (2000) puede encontrar más información acerca del modelo de McCloskey.

<sup>2</sup> Números nudos son numerales que permiten representar las decenas, centenas y unidades de mil exactas.

intervalos entre nudos” (p. 11), también estudian el papel que desempeña la numeración hablada en la escritura y señalan que para notar numerales, los niños extraen información del sistema lingüístico, pero de manera simultánea aplican sus conocimientos sobre el sistema de notación (Orozco Hormaza y Hederich, 2002).

También en esta misma perspectiva se encuentran las investigaciones de Nunes y Schliemann (1982, 1983), que estudian la comprensión que los niños tienen sobre la composición aditiva y su relación con la escritura de números, y las de Scheuer *et al.* (2000) que estudian y tipifican los errores de niños menores de 8 años al escribir numerales dictados.

Como las categorías propuestas para analizar la escritura errada de los niños, así como los modelos adoptados por los autores, que trabajan tanto desde la perspectiva del procesamiento como desde la perspectiva del desarrollo, no resultaron suficientes para abarcar la diversidad de los errores, en los trabajos de Orozco y Hederich (2002) se busca especificar más la diversidad encontrada en los errores de los niños al escribir numerales dictados.

En esta misma perspectiva, a partir de las investigaciones hechas por Castaño (1995, 1998), se han podido establecer las siguientes etapas en el proceso que siguen los niños al asignar significado a los numerales escritos en el SDN.

*Etapas:* *significación global.* El niño no tiene conciencia alguna del valor relativo de las cifras que forman un numeral. Los niños de este nivel, aunque intuyen la regla de combinar los dígitos para escribir numerales de dos cifras, no tienen conciencia del valor relativo que tiene cada cifra dentro del signo.

*Etapas:* *significación aditiva.* El niño toma conciencia del valor relativo de las cifras. Esta etapa se caracteriza porque el niño asigna a cada cifra un valor de acuerdo con el lugar que ocupe en el numeral.

*Etapas:* *significación aditiva-multiplicativa.* El niño opera con dos y más tipos de unidades distintas. Reconoce que una cifra de un numeral representa unidades de uno, que la otra hacia la izquierda, unidades de diez, que la otra hacia la izquierda, unidades de cien, y así. Los niños de esta etapa antes de alcanzar este nivel operatorio, inventarán formas intermedias de hacer cuentas en las que mezclan procedimientos propios de esta etapa con los de la anterior.

*Etapas:* *significación polinomial.* El niño se hace a un significado abstracto de unidad relativa. Cada unidad equivale a unidades que a su vez están

constituidas por otras unidades. En esta etapa se reconocen unidades de diferente orden para cada una de las cifras, así como también la relación de inclusión jerárquica entre ellas.

En este sentido, las investigaciones hechas por Castaño (2009) han podido constatar que el niño confiere diferentes significados a los numerales escritos en el SDN. Estos significados están ligados al grado de estructuración que los niños van ganando y de su capacidad para coordinarlos e integrarlos en uno solo. En esta dirección la investigación pretendió caracterizar las estrategias seguidas por los niños para pasar de la etapa dos a la etapa tres.

En general, los trabajos de Castaño (1995, 1998) se enmarcan en el reconocimiento de que el alumno debe vivir múltiples y variadas experiencias significativas<sup>3</sup>, con diferente nivel de estructuración para que desde allí pueda ejecutar las acciones físicas y mentales necesarias para establecer las relaciones lógicas implicadas; la reflexión sobre las acciones y sus resultados le permiten al niño formular hipótesis, confrontarlas y avanzar en el nivel de estructuración de su pensamiento en relación con este concepto.

En síntesis, las investigaciones hechas por Castaño dan cuenta de los procesos por los cuales los niños se acercan a la segunda etapa, pero ninguna describe las estrategias seguidas por los niños para acceder a la representación polinomial de numerales escritos en el SDN, brecha que se pretendió cubrir con la realización de la investigación

## Metodología

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, y teniendo en cuenta la problemática propuesta, se implementó el enfoque de investigación cualitativa, dejando en claro el interés por comprender cómo los niños acceden al conocimiento matemático. Es decir que, al ser las acciones del sujeto las evidencias para corroborar tal acceso, la postura psicológica permite asegurar más la identificación del ¿cómo? que el ¿por qué? del aprendizaje de las matemáticas.

<sup>3</sup> Según el marco de Castaño (1995), situaciones significativas son aquellas que son reales o imaginadas, que crean un contexto en el cual los alumnos dan significado y sentido a la acción.

En esta investigación se tiene como punto de partida el aprendizaje que los niños construyen acerca de la representación polinomial, de esta manera se podrá establecer en el futuro estrategias que mejoren y fortalezcan los procesos de enseñanza del SDN.

El proceso seguido se inició con la delimitación del tema propuesto. Luego se desarrolló el marco conceptual y la revisión de antecedentes que consistió en explorar y estudiar todo un conjunto de fuentes que ofrecían utilidad para el estudio, tales como libros, artículos y, en general, documentación que ayudó a desarrollar temas involucrados en el SDN y sus representaciones. También investigaciones didácticas sobre las construcciones por parte de los niños de dicho sistema y las teorías acerca de la representación y el significado de los objetos matemáticos, de los cuales se pudo llegar a la formulación del problema de investigación.

En este recorrido se encontró que muy pocas investigaciones han abordado la construcción de dicho sistema centrandó la atención en la representación polinomial. Al considerar los propósitos de la presente investigación se elaboró una tarea en la que los sujetos participantes, leyeron y escribieron números presentados en distintas formas (numerales, productos, potencias, sumas y productos), entre ellas, la polinomial.

La elaboración final de la tarea consideró aportes significativos que sugirió la prueba piloto, después de que la resolvieran varios sujetos con características similares de los niños que participaron en la resolución de la tarea final. Detalles de dicha prueba se pueden observar más adelante. Después de gestionar los permisos para ingresar en las instituciones escogidas, hacer la elección de los sujetos participantes y aplicar la tarea a cada uno de ellos, se procedió a la recolección y análisis de resultados.

### *Sujetos participantes*

En el estudio participaron 22 niños que asistían a los grados cuarto, quinto y sexto de educación básica. La selección de los sujetos se realizó a partir de una solicitud informada, niños que quisieran participar en el estudio, y que además cumplieran con el requisito básico de no haber estudiado, al momento de la entrevista, el concepto de *potenciación* en sus cursos previos de matemáticas.

**Diseño**

La tarea se diseñó tomando dos tipos de situaciones comunes para los niños. En la primera los niños leyeron expresiones que el investigador iba mostrando una a una, en la segunda el investigador dictó expresiones similares para que los niños las escribieran. Dichas expresiones fueron seleccionadas teniendo en cuenta operaciones que aparecen en un polinomio en base 10 como son numerales, productos, sumas de productos y potencias.

**Instrumento**

Se elaboraron 11 tarjetas en cartulina blanca, de forma rectangular de centímetros cada una, con las representaciones numéricas impresas en el tipo de letra Impact número 72. Cada tarjeta se enumeró en la parte posterior de tal forma que el investigador anunciaba el número de la tarjeta para iniciar la lectura.

La configuración de las expresiones consignadas en las tarjetas quedó de la siguiente manera: tarjetas 1, 2 y 3, numerales de diferente orden; tarjetas 4 y 5, productos; tarjetas 6 y 7, potencias; tarjetas 8 y 9, sumas de productos; tarjeta 10, expresión con sumas de productos y potencias y tarjeta 11, representación polinomial de un numeral de cinco cifras.

Figura 8.1. **Tarjetas con expresiones involucradas en un polinomio en base diez**

$643.785$			$92.684.836$			$791.354.276.846$		
$49 \times 524$	$8 \times 10$	$3^4$	$328^{42}$	$12 \times 5 + 28 \times 34$	$8 \times 100 + 5 \times 10$			
$8 \times 5^2 + 2 \times 3^4 + 3 \times 6^5$			$8 \times 10^4 + 6 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0$					

Fuente: elaboración propia.

**Procedimiento**

Cada uno de los sujetos participantes se sometió a una entrevista, la cual se dividió en dos sesiones, en cada una de estas los sujetos se enfrentaron a dos situaciones, una de lectura y otra de escritura. En la lectura de la segunda aplicación, los niños enunciaron verbalmente las expresiones que en la primera escribieron. Para la escritura se tuvo en cuenta la forma de lectura que los niños realizaron

en la primera sesión. A partir de la revisión de los registros fílmicos se transcribieron las formas como los niños leyeron, clasificándolas en forma usual del SDN o en otra forma. A partir de esta clasificación se fueron identificando estrategias seguidas por los niños teniendo en cuenta la secuencia de las expresiones consignadas en las tarjetas.

### Resultados de la lectura

La lectura de la primera sesión permitió detectar el mayor número de estrategias utilizadas por los niños, la segunda lectura que realizaron los niños estuvo influenciada por el dictado que realizó el investigador en la primera parte.

Como se mencionó, las tarjetas se agruparon en cinco grupos diferentes, cada uno de ellos consideró las expresiones que hacen parte de la representación polinomial de un numeral escrito en el SDN. A continuación, se describen los resultados obtenidos en cada uno de los grupos al considerar la tarjeta leída y la edad de los sujetos participantes.

El grupo con numerales se conformó con tres tarjetas: T1:643785; T2:92684836 y T3:791354276846.

De la lectura de estas tarjetas se obtuvieron los siguientes resultados:

Se pudo observar que a medida que el numeral se hacía más grande, más se alejaban los estudiantes de su lectura en la forma del SDN. Aproximadamente, el 59,1 % realizó la lectura de la tarjeta 1 en la forma del SDN, el 50 % lo hizo con la tarjeta 2, y el 27,27 % lo hizo con la tarjeta 3.

Las tarjetas del segundo grupo contenían productos: T4:  $8 \times 10$  y T5:  $49 \times 524$ .

Aquí se observó que la mayoría de los niños realizó la lectura de los productos en la forma en que se hace en el SDN, tan solo una niña utilizó otra estrategia.

El siguiente grupo conformado por las tarjetas con potencias: T6: 34 y T7: 32842 arrojó los siguientes resultados:

A diferencia de los grupos anteriores, fue en las potencias donde los niños usaron diversas estrategias para cumplir con la tarea. El 9,1 % de los sujetos participantes realizó la lectura de cada una de las tarjetas 6 y 7 en la forma del SDN.

El grupo de productos y sumas consideró las tarjetas número 8 y número 9: T8:  $12 \times 5 + 28 \times 34$  y T9:  $8 \times 100 + 5 \times 10$ . Los resultados fueron:

Como ocurrió con las tarjetas de los productos, en este grupo la lectura se hizo en su gran mayoría de acuerdo con la forma usual del SDN. La tarjeta 8 fue leída diferente a la del SDN por el 9,1 % de los niños, mientras que el 4,5 % leyó diferente a la del SDN la tarjeta 9.

El 95,5 % de los niños de nueve años leyó las tarjetas en la forma del SDN, el 85,7 % de los de diez años lo hicieron, mientras que todos los niños de once años leyeron las tarjetas en la forma usual del SDN.

Finalmente, la lectura del grupo de los polinomios conformados por las tarjetas 10 y 11, ( $T10: 8 \times 5^2 + 2 \times 3^4 + 6^5$  y  $T11: 8 \times 10^4 + 6 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0$ ) mostró los siguientes resultados:

Se encontró que tanto el 94,5 % de los niños de nueve años, como el 71,4 % de los niños de diez años, así como el 100 % de los niños de once años utilizó formas de lectura distintas a la del SDN.

En la segunda sesión, respecto a la lectura, la mayoría de los niños leyeron en la forma del SDN, se hizo notorio el cambio sobre todo en las tarjetas 6, 7, 10 y 11 que son las que contienen potencias dentro de sus expresiones.

Sin embargo, después de terminada la lectura, el investigador solicitó a los niños que volvieran a leer la tarjeta 6 y se les preguntó acerca de lo que para ellos podría ser la expresión allí representada, algunos ejemplos fueron los siguientes:

- Investigador (I): ¿Cómo leíste esta tarjeta 6 ( $4^3$ )?
- Entrevistado (E): “cuatro elevado a la tres”.
- I: ¿Para ti qué quiere decir eso?
- E: es un número que está arriba de otro y se podría colocar como 43,
- I: ¿Qué más podrías decir de eso?
- E: Un fraccionario al que le falta un número: como cuatro es el número grande, significa cuántas unidades se pueden repintar todas, y el tres de cuántas le faltaron y el otro número, pues le faltaría.
- I: ¿Qué otra cosa podrías decir?
- E: Cuatro más tres, pero le faltaría el más.

Otro caso que se presentó fue

- I: ¿Cómo leíste esta tarjeta (se muestra la tarjeta  $6:4^3$ )?
- E: “cuatro subido a la tres”

- I: Para ti ¿qué quiere decir esto, o qué me puedes decir de esto?
- E: *Pues que se suma o se multiplica tres veces más o que se suma tres veces más el número*
- I: ¿Cómo así?
- E: *Como doce.*
- I: ¿Qué otra cosa puedes decir?
- E: *...no*

Otras repuestas, a preguntas similares, fueron:

- *Es como un número pequeño que casi no se utiliza o si se multiplica por ese número pequeño el resultado que dé.*
- *Es como un número pequeño que no se utiliza en las operaciones, dependiendo de la cantidad de números.*
- *Cuarenta y tres, o cuatro menos uno igual tres. Que tres es más pequeño que cuatro. Que dice cuatro y tres.*
- *Es un número muy raro, porque todos los números son como seguidos y ese está uno encima de otro.*
- *El cuatro como multiplicado y dividido, digamos cuatro por tres o cuatro dividido tres. Es como si fueran cuatro tercios.*
- *Si el tres no fuera tan pequeño sería cuarenta y tres.*
- *Los matemáticos cuando no tuvieron más números comenzaron con el 1 elevado a 2, el dos elevado a la tres, y así.*
- *Que hay cuatro tercios, en lo que me enseñaron siempre me han dicho que un cuatro y un tres arriba es cuatro tercios.*

Estas son algunas manifestaciones de los niños que nos hace pensar que el hecho de que ellos, en la segunda sesión, leyeron en la forma usual del SDN las potencias, no quiere decir que ya comprendan la operación potenciación, lo más probable fue que recordaron la forma como el investigador leyó esas expresiones en la primera entrevista y ellos solo se limitaron a imitar lo que ya habían escuchado.

Sin embargo, como no es de nuestro interés indagar por el significado que los niños dan a las expresiones en las que aparecen potencias, dejamos este tipo de situaciones para que sean estudiadas en futuras investigaciones.

En términos de Vergnaud (1990), las tarjetas en las que aparecen las potencias, sobre todo en la lectura de la primera entrevista, corresponden al tipo de situaciones en las que los sujetos no disponen de todas las competencias necesarias para dar respuesta a la tarea propuesta. Por tal motivo es allí donde se puede observar el esbozo sucesivo de varios esquemas que pueden entrar en competición y que, para llegar a la solución buscada, deben ser acomodados, separados o recombinados.

Por lo tanto, fue la lectura realizada en la primera sesión, la que más aportó a la identificación de las estrategias requeridas por los niños para escribir un numeral en la representación polinomial del SDN.

### **Estrategias observadas en la lectura**

A continuación, se presenta una descripción de las estrategias que los niños siguieron para resolver la tarea propuesta. Como se mencionó, dichas estrategias, a pesar de ser identificadas a partir de las acciones realizadas por los niños, consideraron la secuencia establecida en el orden de presentación de las tarjetas. Al revisar los resultados se concluyó que la variable edad no presenta diferencias sustanciales, por lo que la clasificación de las estrategias consideró solo la secuencia establecida en el orden de las tarjetas.

#### ***Grupo 1: Lectura de numerales***

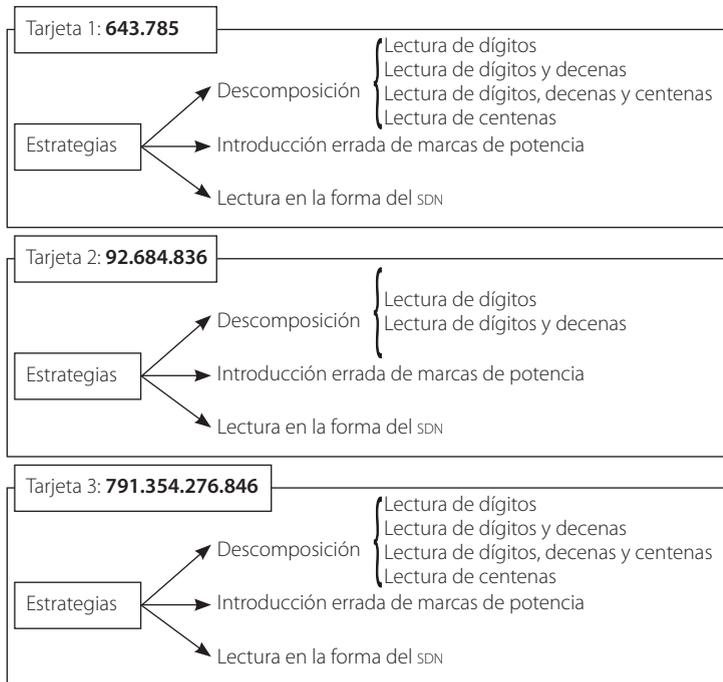
La representación polinomial de un numeral escrito en el SDN cobra sentido cuando los numerales son de orden mayor, por eso en este grupo se consideraron tres numerales de orden 6, 7 y 8, respectivamente.

En la lectura de numerales se establecieron tres estrategias que se pueden ordenar jerárquicamente de la siguiente manera:

- Estrategia de descomposición: aquí los niños descomponen el numeral en varios números, por ejemplo, el numeral 92 684 836 lo leen “noventa y dos, seis ochenta y cuatro, ocho treinta y seis”.

Dentro de la estrategia de descomposición se pueden establecer varias sub-estrategias:

Figura 8.2. Estrategias para leer numerales



Fuente: elaboración propia.

- **Descomposición dígito a dígito:** los niños leen el numeral enunciando cada uno de los dígitos que lo conforman, por ejemplo, el numeral 791 354 276 846 lo leyeron como “siete, nueve, uno, tres, cinco, cuatro, dos, siete, seis, ocho, cuatro y seis”. El 4,55 % de los estudiantes utilizó esta estrategia en la lectura de las tarjetas 1, 2 y 3.
- **Descomposición dígitos y decenas:** los niños enuncian un dígito seguido de una decena, por ejemplo, el numeral 643 785 lo leyeron como “seis cuarenta y tres, y siete ochenta y cinco”. El 9,09 % de los entrevistados leyeron la segunda tarjeta utilizando esta estrategia. Mientras que el 4,55 % lo hizo en la lectura de la tarjeta 3.
- **Descomposición dígitos, decenas y centenas:** los niños enuncian un dígito seguido de una decena y una centena, por ejemplo, el numeral 643 785 lo leyeron como “seis cuarenta y tres, setecientos ochenta y cinco”. Esta estrategia la utilizó un 4,55 % en la lectura de cada una de las tarjetas de este grupo.

También se pueden apreciar cambios en esta estrategia, de acuerdo con la longitud del numeral. Por ejemplo, en el numeral de la tarjeta 1 y en el de la tarjeta 3 los entrevistados descomponen en centenas, mientras que en la tarjeta 2 dicha descomposición desaparece.

- Estrategia de introducción errada de marcas de potencia: en un intento por componer todo el número, los niños introducen marcas de potencia adicionales que no están en el numeral, pero que el niño las va poniendo para poderlo construir como un todo, por ejemplo, cuando al leer el numeral 791 354 276 846 dice “setecientos noventa y un *trillón*, trescientos cincuenta y cuatro, doscientos setenta y seis, ochocientos cuarenta y seis”. Esta estrategia la usaron los niños sobre todo en la lectura del numeral más grade (tarjeta 3), el 50% de los entrevistados recurrió a esta estrategia.

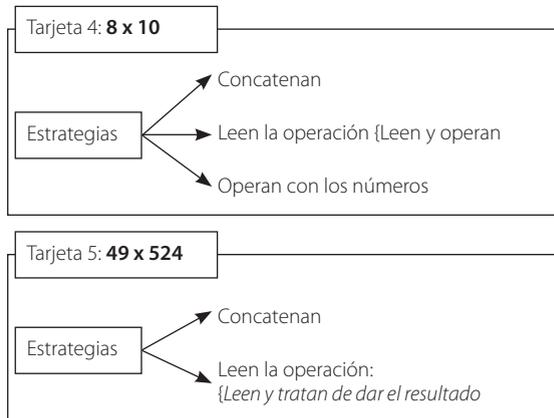
En esta estrategia, los niños introducen marcas y leen descomponiendo en centenas, además, introducen otras marcas no establecidas en el sistema, como la palabra *punto*, un ejemplo de este caso se aprecia cuando un niño lee “noventa y dos millones *punto* seiscientos ochenta y cuatro ochocientos treinta y seis” al referirse al numeral 92.684.836, no hay un reconocimiento del punto como indicador de potencia, sino como un elemento más del numeral que está obligado a leer. El 4,55% de los niños leyeron las tarjetas 1 y 2 siguiendo esta estrategia.

- Estrategia de lectura de un numeral en la forma del SDN: aquí el niño resuelve la tarea leyendo en la forma usual del sistema y sigue sus reglas básicas para leer numerales y las operaciones entre ellos. El 59,09% de los entrevistados leyeron la tarjeta 1 aplicando esta estrategia, la tarjeta 2, el 50% y la tarjeta 3, el 27,27%.

### ***Grupo 2: Productos***

El grupo está conformado por las tarjetas 4 y 5. De la lectura de dichas tarjetas se puede decir que el 100% de los encuestados leyó la tarjeta 4 de acuerdo con

Figura 8.3. Estrategias en la lectura de productos



Fuente: elaboración propia.

la forma del SDN, y un 95% de los niños leyeron la tarjeta 5 en la misma forma. Se puede observar que en la lectura de productos no se presentan mayores dificultades.

En la lectura de productos, los niños propusieron tres estrategias

- Estrategia de concatenar: aquí los niños omiten el signo de la operación y leen como si se tratara de un numeral, por ejemplo, el producto  $49 \times 524$  la leyeron como “cuarenta y nueve mil quinientos veinticuatro”. Esta estrategia la siguió el 44,5% de los entrevistados.
- Estrategia de leer la operación: los niños al observar la tarjeta leen la operación que allí está indicada, por ejemplo, la tarjeta con la expresión  $49 \times 524$  la respondieron como “cuarenta y nueve por quinientos veinticuatro”.

Al leer la operación aparece una subestrategia,

- ✓ Leer la operación y operar: algunos niños leyeron la operación y operaron: “ocho por diez, ochenta” otros leyeron la operación y trataron de operar, pero no encontraron el resultado: “cuarenta y nueve por quinientos veinticuatro...”, los niños leen la operación, pero están inclinados a dar un resultado, por supuesto, el segundo ejemplo les resulta difícil,

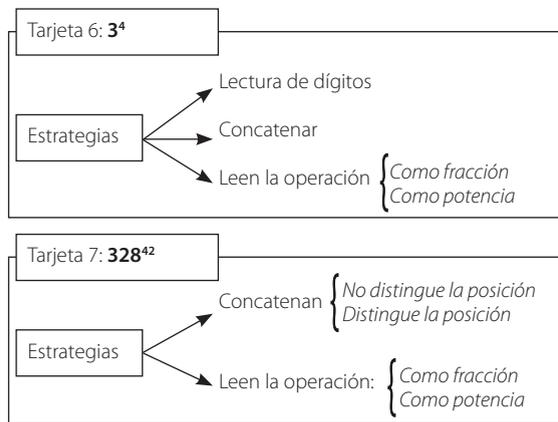
pero ahí está la intencionalidad. Los niños que siguieron esta estrategia representan el 18,18 % del total de los sujetos participantes.

- Estrategia de operar con los números: en este caso, los niños observaron la tarjeta y enuncian el resultado de la operación que ahí está presente, por ejemplo, ante una expresión como  $9 \times 10$ , los niños leyeron “noventa”. El 13,64 % de los entrevistados recurrió a esta forma de leer el contenido de las tarjetas 4 y 5.

**Grupo 3: Potencias**

Como se mencionó, las tarjetas 6 y 7 tenían en su contenido potencias. Las estrategias seguidas para leer estas expresiones fueron:

Figura 8.4. Estrategia en la lectura de potencias



Fuente: elaboración propia.

- Lectura de dígitos: el 13,64% de los niños entrevistados, no identificaron en la posición de los numerales, la necesidad de operar, por ejemplo, la expresión  $3^4$ , la leyeron como “tres cuatro”.
- Concatenación: en esta estrategia el 13,64 % de los niños consideran la expresión  $3^4$  como un numeral y la leyeron como “treinta y cuatro”.

En la concatenación, algunos niños no distinguieron la posición de los elementos de la potencia y leyeron la expresión  $328^{42}$  como “treinta y dos mil ochocientos cuarenta y dos”, mientras que otros sí distinguieron la posición cuando leyeron “trescientos veintiocho y un cuarenta y dos pequeño”.

- **Leen la operación:** en esta estrategia los niños operan con los números que aparecen en la tarjeta, por ejemplo, la expresión  $3^4$  la leen como “tres al cuadrado”. Sin embargo, en esta estrategia se encontró que un alto porcentaje asoció la lectura de fraccionarios a la operación de potenciación, es así como el 59,1 % leyó la misma expresión como “tres cuartos”, mientras que un 40,9 % dijo la expresión  $328^{42}$  como “trescientos veintiocho cuarenta y dos avos”.

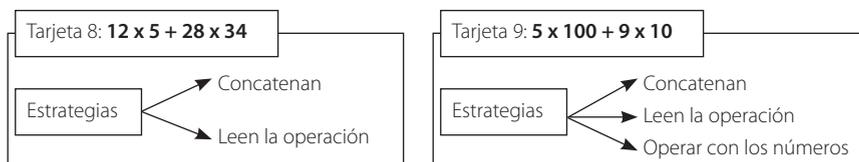
En este grupo, sigue apareciendo la estrategia de lectura de dígitos, no hay reconocimiento de la operación potenciación, sin embargo, se puede apreciar que algunos tratan de introducir una operación y leen “treinta y cuatro sobre cuatro”.

El niño reconoce que entre esos dos números hay una operación, pero no la lee correctamente. Identifica que debe existir algún tipo de operación con estos dígitos y al tratar de descubrirla construye una que no es la correcta (“tres cuartos”, “tres sobre cuatro”).

#### *Grupo 4: Suma de productos*

En las tarjetas 8 y 9 que conforman este grupo se determinó que el 90,9% de los encuestados lee dichas tarjetas en la forma del SDN, como ocurrió en la lectura de los productos, aquí tampoco se notó mayor dificultad en el cumplimiento de la tarea.

Figura 8.5. Estrategias en la lectura de sumas de productos



Fuente: elaboración propia.

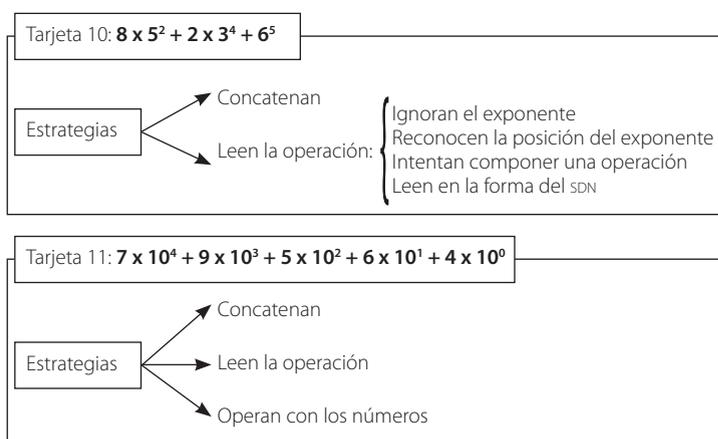
En este grupo de tarjetas se repiten las estrategias seguidas para la lectura de los productos, aquí los niños siguen los siguientes procedimientos:

- Concatenan: el 4,55% de los niños ignoró los signos de las operaciones, y la expresión  $12 \times 5 + 28 \times 34$ , fue leída como “un millón doscientos cincuenta y dos mil ochocientos treinta y cuatro”.
- Leen la operación: la mayoría de los niños, el 95,45% leyó la operación en la forma usual del SDN, por ejemplo, la expresión  $12 \times 5 + 28 \times 34$ , la leyeron como “doce por cinco más veintiocho por treinta y cuatro”.
- Leen y operaron con los números: el 4,55% de los niños, a medida que iban leyendo, enunció el resultado de la operación, por ejemplo, al leer la expresión  $8 \times 100 + 5 \times 10$  dijeron “ocho por cien que da ochocientos y cinco por diez que da cincuenta, eso me da ochocientos cincuenta porque está el más”.

**Grupo 5: Polinomios**

En este grupo se encuentran las tarjetas 10 y 11. Sobre la lectura se puede decir que el 4,5% y el 9,1% de los sujetos, respectivamente, la realizaron en la forma del SDN. Nuevamente se observa que en la lectura de estas expresiones los niños tienen mayor dificultad.

Figura 8.6. Estrategias en la lectura de polinomios



Fuente: elaboración propia.

En la lectura de las tarjetas con polinomios, los niños usaron la mayoría de las estrategias descritas antes, entre ellas se encontraron:

- Concatenan: un 4,55 % de los niños, no reconocieron los signos de las operaciones y leyeron la expresión como un numeral, por ejemplo, cuando observaron el polinomio  $8 \times 10^4 + 6 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0$  su expresión verbal fue: “ochocientos diez cuatrocientos sesenta y uno millones, cero treinta y siete uno cero dos... ciento dos, diez ciento noventa y uno, quinientos diez ciento noventa y uno cero”.

También, el 4,55 % de los niños usó la estrategia de concatenación cuando leyeron la misma expresión como “ocho por ciento cuatro, más seis por ciento tres más siete por ciento dos, más cinco por ciento uno más nueve por cien”.

- Leer la operación: en esta estrategia a pesar de que los niños en su mayoría tuvieron éxito en la lectura de las sumas y los productos, en varias ocasiones quisieron componer o buscar una forma de leer la operación potenciación, es así como de esta estrategia surgen varias subestrategias, por ejemplo:

Están los niños que leyeron la operación, pero ignoraron el exponente, al observar la tarjeta  $8 \times 5^2 + 2 \times 3^4 + 6^5$ , su expresión verbal fue: “ocho por cinco más dos por tres más seis”. El 44,55 % de los niños usó esta estrategia.

Otros reconocieron el exponente, pero no en la forma del SDN, el 9,09 % de los entrevistados leyó la expresión anterior como “ocho por cinco dos, más dos por tres cuatro, más seis cinco”.

El 63,64 % de los niños intentó componer una operación, por ejemplo, cuando ellos leyeron “ocho por cinco dos medios, más dos por tres cuartos más seis quintos” o también cuando se refirieron al polinomio  $8 \times 10^4 + 6 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0$  como “ocho por diez cuartos, más seis por diez tercios, más siete por diez medios, más cinco por diez... un avo, más nueve por diez ceroavos”.

Otros niños usan una mezcla de estas subestrategias, al leer la operación reconocen la ubicación del exponente e intenta componer una operación, es así como el 4,55 % leyó el polinomio  $8 \times 5^2 + 2 \times 3^4 + 6^5$  como “ocho por cinco dos pequeño, más dos por tres sobre cuatro, más seis sobre cinco”.

Finalmente, se encuentra el 9,09 % de los entrevistados, los cuales leyeron las tarjetas en la forma del SDN.

- Operan con los números: el 4,55% de los niños, al expresar verbalmente el contenido de las tarjetas, operó simultáneamente y enunció el resultado de la operación de los números contiguos, por ejemplo, la tarjeta 11 se leyó como

ocho por diez que me da ochenta, seis por diez me da sesenta, siete por diez me das setenta, cinco por diez que me da cincuenta y nueve por diez que me da noventa, como dije anteriormente (al leer la tarjeta 10) pienso que es sumar el cuatro a lo que me dio, más el tres más el dos más el uno y al último no le sumaría nada. O también se puede referir a un ciento cuatro, ciento tres, ciento dos, ciento uno y cien. También podría ser fraccionarios, pero faltaría el otro número y la raya.

Con estos resultados se pudo mostrar la existencia de algunas formas iniciales que desarrollan los niños para resolver situaciones que requieren de la representación polinomial, abriendo paso a trabajos que posteriormente apunten a la concreción y consolidación de estrategias de enseñanza que permitan avanzar en la solución del alto fracaso registrado en esta temática en la educación matemática escolar.

## Discusión

Para la discusión de los resultados se procuró dar respuesta a los siguientes interrogantes directamente vinculados con los objetivos planteados:

- *¿Cuáles son las estrategias que aplican los niños cuando resuelven situaciones en las que está involucrada la representación polinomial de los numerales escritos en el SDN?*
- *¿Cuáles son los aportes que esta investigación hace a la construcción del SDN?*
- *¿Cuáles serían las posibles tareas que ayuden a construir conceptualmente la representación polinomial?*
- *¿Cuáles son las dificultades que se presentan en el aprendizaje de la representación polinomial de un numeral escrito en el SDN?*

### *Sobre las estrategias*

Las estrategias de descomposición e introducción errada de marcas de potencia<sup>4</sup> se presentaron sobre todo en la lectura de los numerales de las primeras tarjetas, los cuales fueron seleccionados intencionalmente, puesto que es en este tipo de numerales que la notación polinomial tiene sentido.

A medida que el numeral se fue haciendo más grande, los niños recurrieron con más frecuencia al uso de la descomposición o la introducción de marcas de potencia en lugares que no correspondían. Lo mismo ocurrió en la escritura con la yuxtaposición de términos.

En la lectura de los numerales también encontramos resultados similares a los presentados por Otálora (2006), respecto a la introducción de marcas de potencias, sin embargo, pudimos detectar otras palabras que en el análisis fonológico no está ni como sufijo ni como prefijo, en este caso, los niños mencionan el punto al leer un numeral, por ejemplo, al leer el numeral 353.234 dicen “trescientos cincuenta y tres *punto*, doscientos treinta y cuatro”.

El punto hace parte de la lectura del numeral, es decir que algunos niños le encuentran sentido al punto y lo leen dentro del numeral. Pero sabemos que, en el SDN, realmente el punto no se lee, es una convención que existe. Al representar un numeral en el formato verbal, se omite la palabra punto.

*¿Hasta dónde es un error, en términos del significado del número, leer el punto? En el sentido en que, si el niño no lee el punto, si no que enuncia una palabra de potencia, por ejemplo, mil, es decir ¿qué pasaría si en lugar de “tres mil”, se leyera “tres puntos de mil”? Es probable que el niño le esté dando una interpretación al punto como un elemento constitutivo del numeral.*

También se pudo apreciar, en este grupo de tarjetas, que las estrategias de los niños pueden ir desde procedimientos simples como cuando leyeron “Siete, nueve, uno, tres, cinco, cuatro, dos, siete, seis, ocho, cuatro y seis” a otros más elaborados cuando leyeron “setecientos noventa y un mil, trescientos cincuenta y cuatro millones, doscientos setenta y seis mil, ochocientos cuarenta y seis”.

La estrategia de concatenación apareció en la lectura de productos, potencias, suma de productos y polinomios, la mayoría de los niños que siguieron

<sup>4</sup> Llamadas también marcas sintácticas y se refieren a las marcas de cantidad de las potencias de diez, por ejemplo, enta, cientos, mil, millones, entre otras.

esta estrategia desconocieron los símbolos presentes en cada expresión y leyeron como si se tratase de un numeral. Por ejemplo, quien leyó “cuarenta y nueve mil quinientos veinticuatro” en lugar de “cuarenta y nueve por quinientos veinticuatro”.

La lectura de operaciones se dio en varias tarjetas, sobre todo en los productos y la suma de productos. Aquí los niños leyeron los numerales de acuerdo con las operaciones incluidas en cada una de las tarjetas. En esta estrategia se destaca la lectura de la operación potenciación como una fracción, pues fue a la que más recurrieron los niños entrevistados.

En términos de Vergnaud (1990), se puede decir que ante la situación de tener que leer una expresión desconocida, en la cual los niños no disponen de las competencias necesarias, ellos evocan lo más cercano, en este caso recurren a la notación de fraccionarios, por tal motivo terminan leyendo  $3^4$  como “tres cuartos”.

Para esta misma expresión ( $3^4$ ), otros niños leyeron “tres cuatro” y algunos lo hicieron como “treinta y cuatro”, en este caso, se puede decir que los segundos están en un nivel inferior que los primeros. Quienes leen “treinta y cuatro” están viendo en esa expresión un número, es decir, al observar la tarjeta, aparece en ellos un esquema representativo del 34, ellos lo ven allí e inmediatamente lo enuncian, en este caso se puede decir que en estos niños no hay comprensión, porque no están relacionando la posición de los números.

Ahora bien, de los que leen “tres cuatro”, se puede decir que de alguna manera ya están generando una diferenciación, no hay plena comprensión, pero en la parte procedural lo leen como varios números.

Por otra parte, respecto a la estrategia de operar con los números, se destacan algunos niños que al observar en una tarjeta una multiplicación no leyeron la operación, sino que indicaron el resultado de dicha operación. En las multiplicaciones de numerales de dos y tres cifras intentaron calcular el resultado mentalmente, pero como les fue imposible terminaron leyendo la operación.

Respecto a esta situación se podría pensar en la utilización de los objetos matemáticos como herramienta o como objeto que plantea (Douady, 1986), ¿cuándo  $8 \times 10$  representa un número?, ¿cuándo una operación? y las implicaciones que este tipo de situaciones trae para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas, particularmente el SDN.

Finalmente, está la estrategia de leer en la forma usual del SDN, en la lectura de todas las tarjetas apareció esta estrategia, la consideramos como tal, puesto

que es un procedimiento mediante el cual el sujeto resuelve la tarea propuesta. Es una forma de dar respuesta a la situación planteada, en la cual hubo una organización y una secuencia de procedimientos para llegar a la meta propuesta.

Se puede observar que algunas estrategias se repiten en los 5 grupos. Unas se resisten más que otras, estas son las que los niños siempre tratan de mantener, si son consistentes no las van a cambiar, si para ellos una estrategia es exitosa difícilmente la cambian, por ejemplo, realizar la lectura descomponiendo en dígitos, es una estrategia que bien puede utilizarse en todas las tarjetas y cumplir con la tarea propuesta.

La estrategia de lectura de dígitos es una estrategia robusta, siempre se mantiene y no respeta el SDN, no respeta operaciones, es un obstáculo cognitivo, en el sentido que esta estrategia que el niño manifiesta es un conocimiento resistente que él tiene y que no le permite avanzar en el conocimiento. Está muy arraigada, hace que el sujeto se centre más en aquellas partes del fenómeno que conoce. Se podría decir que es inmune a operaciones u otras relaciones, representa una gran economía, solamente con aprenderse los números del cero al nueve es suficiente.

De acuerdo con lo anterior, se pueden identificar indicadores del avance de los niños en términos del cambio de estrategias para la resolución de las situaciones. Por ejemplo, cuando el niño intenta permanecer con la misma estrategia, es un indicador primero de buen funcionamiento cognitivo porque está optimizando, pero también es un indicador de la falta de comprensión, en este caso no hay avance en la construcción de conocimiento del niño.

Cuando se presenta la necesidad de comprender y de integrar nuevos elementos al desempeño, entonces necesariamente la estrategia tiene que ser modificada de alguna manera bien sea en su forma o bien sea en su estructura.

Según Duval (1999), hay comprensión cuando los niños pueden pasar de un sistema de representación a otro, en nuestro caso los niños comprenderán la representación polinomial de numerales escritos en el SDN, cuando sean capaces de leer en el numeral 86759 cada una de las siguientes representaciones:

- $8 \times 10^4 + 6 \times 10^3 + 7 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 9 \times 10^0$
- $8 \times 10000 + 6 \times 1000 + 7 \times 100 + 5 \times 10 + 9 \times 10^0$
- $80000 + 6000 + 700 + 50 + 9$

En términos matemáticos podemos decir que si nos fijamos en la representación al número, esta relación es una función, es decir a una representación le corresponde un solo número, pero, el caso contrario, del número a la representación, no se cumple, es decir esta relación no es función.

Un número está relacionado con muchas representaciones, pero una representación solo está relacionada con un número. El niño tiene que identificar una función en una representación, es decir, " $8 \times 10$ ", solamente lo puede asociar a "ochenta", " $42 \times 524$ " solo me representa un número, de la misma manera " $3 \times 10^4 + 6 \times 10^2 + 5 \times 10 + 7 \times 10^0$ " representa únicamente un número.

Este hecho implica que el fortalecimiento de la representación polinomial no solo va a permitir una mayor conceptualización del concepto de *número*, sino también una potenciación en la manipulación operativa de los números en el SDN.

De acuerdo con Vergnaud (1990), hay una invariante hasta la lectura de sumas y productos, lo que no ocurre con la lectura de la potencia, es decir, el repertorio de esquemas de los niños frente a la situación que exigía sumas y productos funciona perfectamente, allí ellos no tuvieron ningún problema, pero cuando aparece la situación en la que se requiere la potencia, entonces su repertorio de esquemas no es suficiente y empiezan a generar estrategias para resolverla, ese conjunto de estrategias es el que nos interesa describir, porque ahí está la explicación del esquema.

En general se puede decir que a pesar de que los niños leen de cierta manera y pronuncian de cierta manera una determinada expresión, no es garantía de comprensión, cuando se indaga en profundidad sobre los objetos representados, muchas veces nos encontramos con que no era lo que nos imaginábamos.

### *Sobre la construcción del SDN*

La representación polinomial exige en el niño una comprensión o un trabajo secuencial, pasar de un número en forma de numeral a una representación diferente (producto, suma de productos o polinomios), es pasar de la lectura de numerales a una lectura que contiene operaciones inmersas allí, por ejemplo, las potencias que a su vez están relacionadas con operaciones de productos y sumas que en últimas no es fácil identificar. Para alcanzar el nivel de representación

polinomial lo aditivo y multiplicativo es muy importante, pero hace falta la potenciación.

En las primeras tarjetas para leer los numerales aparecen unas estrategias, luego cuando presentamos las tarjetas con operaciones, algunos niños suprimen el signo de la operación para seguir colocando el número en la representación usual del SDN, otros realizan o intentan resolver la operación, en estas primeras tarjetas hay indicios de que hay una representación de los que es el número.

De la tarjeta 4 en adelante aparecen las dos cosas, " $8 \times 10$ " es una representación de "ochenta", de la misma manera  $3^4$ , es una representación de algún número. Por lo tanto, después de la tarjeta 3 estamos obligando a los niños a que identifiquen la representación de un número, es decir que se den cuenta que lo que aparece allí representa un número.

Las expresiones que aparecen en las tarjetas después de la tres son diferentes representaciones de números, lo que nos interesaba mirar era en qué momento los niños empiezan a leer en este sentido, como escasamente se ha hecho este tipo de interpretación, vemos que este proceso les genera mucha dificultad.

Al hablar de la representación aditiva, multiplicativa, potencial o combinación de ellas, nos estamos refiriendo en cada caso a números, lo que estamos encontrando es que al parecer una de las grandes dificultades que los niños van a tener para representar los números en su forma polinomial, es que los niños no han entendido que desde las representaciones aditivas y multiplicativas hay representaciones de números. Ellos lo hacen más desde un punto operativo que representativo.

Consideramos importante la necesidad de adelantar estudios que generen alternativas de diseño de situaciones que permitan avanzar en aspectos como los ya mencionados. Pues así lograremos implementar actividades que mejoren la comprensión del SDN y, por ende, la operacionalidad entre numerales escritos en dicho sistema.

En cuanto a la escritura se puede decir que a pesar de que la escritura de numerales presenta más errores que las otras formas, probablemente hay que pensar que el niño logra la escritura de las expresiones, incluidos los polinomios, pero no comprende el número que está detrás de la expresión.

### *Dificultades encontradas respecto a la representación polinomial*

Sin lugar a dudas uno de los inconvenientes, como ya se ha detectado en otros estudios, es la conceptualización que los niños tienen acerca del número. En este trabajo también se encontraron cosas similares, entre más esté estructurada esta noción es probable que los niños accedan más fácilmente a la representación polinomial.

Otro de los aspectos fundamentales que se requieren para que los niños logren comprender la representación polinomial es que tengan desarrollado el concepto de la operación potenciación, sin este concepto es probable que los niños escriban o lean la representación polinomial, pero no tengan comprensión de esta.

### **Conclusiones**

Los trabajos que en educación matemática se han ocupado del estudio sobre las formas cómo los niños construyen el SDN están dirigidos unos hacia la observación de errores (Orozco Hormaza y Hederich, 2002), otros a detectar las dificultades para comprender el valor de posición (Cortina, 1997), otros a indagar sobre la relación entre el SDN y la operación multiplicación (Orozco Hormaza, 2001), el desarrollo de las estructuras aditivas y multiplicativas, entre otras.

También dichos estudios han considerado las edades de los sujetos, en los primeros años escolares, se interroga, entre otras cosas, por las regularidades en la serie numérica y su influencia en la adquisición del concepto de *número*. Con niños más grandes estos trabajos consideran la variable del rango numérico de los numerales seleccionados.

Este trabajo quiso indagar por un elemento de dicha construcción del cual se encuentra escasa referencia bibliográfica. Es así como consideramos que al plantear una tarea cuya resolución permitiera identificar las estrategias necesarias para que los niños construyeran la representación polinomial de un numeral en el SDN, es original y que sin bien en este trabajo no se abordaron todas las problemáticas ahí inmersas, sí da pie para que posteriores investigaciones profundicen en el tema.

Si bien es cierto que falta mucho por considerar y mejorar, se pueden tomar como puntos concluyentes de este trabajo, los que a continuación se presentan:

- Como los niños no conocían la operación potenciación, no se puede pensar en que pretendíamos evaluar ese aprendizaje, pero sí ocurre esto en el sentido en que todo lo previo que se preguntó el niño ya lo conocía, o se suponía que lo conocía, pues consideramos que es posible que el niño construya la representación polinomial a partir de las construcciones previas que él tuvo que haber hecho.
- El diseño y la construcción de situaciones con propósitos establecidos con anterioridad son fundamentales para identificar en los niños los distintos procesos y estrategias que siguen para dar cumplimiento a la realización de las tareas y sobre todo para ver en escena sus conceptos-en-acto y sus teoremas-en-acto, de tal forma que se puedan reacomodar y plantear posteriormente situaciones de enseñanza que mejoren el aprendizaje de la matemática.
- El aprendizaje del SDN exige en el niño niveles de comprensión muy superiores a los establecidos tradicionalmente, puesto que, junto a la conceptualización de número, son muchos otros conceptos involucrados en dicha construcción. Sin lugar a dudas que las estructuras aditivas y multiplicativas desempeñan un papel muy importante para acceder a la representación polinomial.
- Para que los niños puedan construir la representación polinomial tiene que haber comprendido la operación de multiplicación, mientras esto no ocurra, es posible que a pesar de que en la lectura y la escritura tengan éxito, no tengan conciencia del número allí involucrado.
- El papel que desempeñan las representaciones en la didáctica de las matemáticas es muy significativo, por lo general los docentes nunca reflexionamos sobre lo que puede estar entendiendo o representándose un niño cuando exponemos las situaciones relacionadas con los conceptos matemáticos.
- Para mejorar el aprendizaje y proponer situaciones de enseñanza, en especial en las matemáticas, es preciso detenerse en el análisis de las estrategias individuales seguidas en el transcurso de la resolución de las tareas propuestas.

Conscientes de la magnitud de la problemática abordada y de la necesidad de afrontar un cambio, tanto conceptual como curricular que apunte en la

dirección de procurar mejorar las condiciones y conocimientos de los estudiantes, partiendo de esta experiencia con la esperanza de contribuir a esta solución, se realizan los siguientes planteamientos:

Generalmente en la instrucción que se da a los niños no se habla de la representación, se dice que “cinco por dos” es “igual a diez”, en lugar de que “representa a diez”. ¿Hasta dónde es errado decir que “cinco por dos” es lo mismo que “dos por cinco”? representa lo mismo, ¿cuándo representan lo mismo y cuándo no?

Es recomendable tener cuidado con las expresiones usadas en el aula de clase, por ejemplo, decir que “cinco por dos” es lo mismo que “dos por cinco” es un equívoco, representa lo mismo, pero no es lo mismo, reflexiones como estas ¿hasta dónde ayudarían a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje?

¿Qué influencia tienen los símbolos de las operaciones en la construcción de su concepto? ¿Será posible que si se presenta la potencia  $3^4$  (con su símbolo original), los niños lean “tres cuartos”?

¿Hasta dónde es posible estudiar la conceptualización que los niños hacen del SDN?

¿Es posible pensar en plantear situaciones problemas que los niños puedan resolver para que no solamente vean la representación polinomial como un conjunto de reglas, sino que se es un objeto que se puede construir conceptualmente?

## Referencias

- Broitman, C. y Kuperman, C. (2004). *Interpretación de números y exploración de regularidades en la serie numérica: Propuesta didáctica para primer grado: “La lotería”*. Oficina de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA.
- Castaño, J. (1995). *El sistema decimal de numeración*. Hojas Pedagógicas. Colección Matemáticas, Serie Lo Numérico.
- Castaño, J. (2014). *Construcción del sistema decimal de numeración por parte de los niños: representaciones semióticas*. Curso dictado en encuentro Distrital de Educación Matemática. Universidad Javeriana.
- Cortina, J. L. (1997). *Conceptualización y operación del valor posicional en diferentes situaciones. Un estudio con niñas y niños mexicanos de segundo, tercer y cuarto grados* (tesis de maestría), Universidad de las Américas, A. C. Plantel DF.

- Douady, R. (1986). Juegos de marcos y dialéctica herramienta-objeto. *Recherches en Didactique de Mathématique*, 7(2).
- Duarte, L. F., Roby, N. y Polo, M. A. (2001). Pensamiento numérico a través de las representaciones gráficas de las estructuras numéricas. *Dialéctica*, 12, 42-59.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Artes gráficas Univalle.
- Gutiérrez, A. (1991). *La investigación en didáctica de las matemáticas*. Síntesis.
- Hederich, C. y Orozco, M. (2000). *Relación entre construcción de la multiplicación y el uso del sistema notacional en base 10*. Universidad del Valle.
- Inhelder, B. (1978). Las estrategias cognitivas: Aproximación al estudio de los procedimientos de resolución de problemas. *Anuario de Psicología*, (18), 3-20.
- Kamii, C. (1992). *Reinventando la aritmética II*. Aprendizaje-Visor.
- Kamii, C. (1994). *Reinventando la aritmética II*, 2.<sup>a</sup> ed. Aprendizaje Visor.
- Lerner, D. y Sadovski, P. (1997). El sistema de numeración: un problema didáctico. En C. Parra y I. Saiz, *Didáctica de las matemáticas aportes y reflexiones*. Paidós.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (1996). *Lineamientos curriculares - matemáticas*. Ministerio de Educación Nacional.
- Orozco Hormaza, M. (2001). *Construcción de la operación multiplicativa y del sistema de notación en base 10: una relación posible*. Universidad del Valle.
- Orozco Hormaza, M. y Hederich, C. (2002). *Errores de los niños al escribir numerales dictados*. Centro de Investigaciones de Psicología de la Universidad del Valle.
- Orozco, M. y Hederich, C. (2002, 31 de mayo). *Errores de los niños al escribir numerales dictados*. Universidad del Valle.
- Otálora, Y. y Orozco, M. (2006). ¿Por qué 7345 se lee como “setenta y tres cuarenta y cinco”? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 9(003), 407-433.
- Piaget, J. (1976). El papel de la imitación en la formación de la representación. En R. Zazzo, *Psicología y marxismo* (pp. 135-143). Editorial Pablo del Río.
- Pontecorvo, C. (1996). La notación y el razonamiento con números y nombres en el período preescolar y en la escuela primaria. *Infancia y Aprendizaje*, 74, 3-24.
- Ruiz, H. y Riascos, Y. (2014, julio). ¿ $4^3$  se puede leer como “cuatro subido a la tres”? Un estudio sobre las estrategias de construcción de la representación polinomial. *RELIME: Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 17(2), 191-218.
- Terigi, F. y Wolman, S. (2007). Sistema de numeración: consideraciones acerca de su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43, 59-83.

- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 10(2), 133-170.
- Vergnaud, G. (2006). *Representación y actividad: dos conceptos estrechamente asociados. Teoría de la representación y educación matemática*. Ponencia presentada en el 1.º Congreso Internacional Lógico-Matemático en Educación Infantil en Madrid, España.



## Capítulo 9. Relaciones entre enseñanza, evaluación, resolución de problemas y primera infancia en educación matemática \*

Juan Carlos Escobar Zúñiga  
Paula Andrea Sánchez Valencia  
Jorge Alejandro Escobar Zúñiga  
Cesar Augusto Hurtado Zapata<sup>1</sup>

El Programa Todos a Aprender (PTA) viene acompañando a las instituciones educativas del municipio de Cartago desde el 2012. Por medio de la ruta de acompañamiento a cuatro instituciones educativas, se logró identificar cuatro aspectos críticos en relación con la formación en el área de matemáticas: enseñanza integral de las matemáticas, resolución de problemas, primera infancia y evaluación formativa en los docentes de grado primero y segundo. Por lo anterior se plantea una investigación cuantitativa con alcance correlacional que estableció estadísticas inferenciales, las cuales permitieron comprobar las hipótesis propuestas para esta investigación. La primera sección presenta la introducción que analiza el problema de investigación y el planteamiento teórico de este. En el segundo apartado se muestra la metodología de investigación, enfoque, diseño, alcance e instrumentos de recolección de datos. La tercera sección da cuenta de los resultados con estadísticas descriptivas e inferenciales que son concluyentes sobre la correlación de variables, esto permitió establecer correlaciones para las variables analizadas y generar criterios que ayuden a mejorar los procesos de enseñanza. Los resultados serán utilizados por la Secretaría de Educación de Cartago para contextualizar la ruta de formación del programa Todos a Aprender (PTA) 2021.

\* Para citar este capítulo: <http://doi.org/10.51573/Andes.9789587986037.9789587986044.9>

<sup>1</sup> Todos los autores están vinculados a la Secretaría de Educación de Cartago; Juan Carlos Escobar Zúñiga y Paula Andrea Sánchez Valencia están vinculados además a la Universidad de Santander.

## Introducción

### *Descripción*

El municipio de Cartago cuenta con una entidad certificada en educación, que es conformada por nueve tutores, y es acompañada por el Programa Todos a Aprender (PTA). Los tutores realizan acompañamiento y formación situada a los docentes y directivos de nueve instituciones educativas en tres áreas: matemáticas, lenguaje y primera infancia. Para esta investigación se eligió a veinte docentes de los grados primero y segundo de cuatro instituciones educativas del municipio: Alfonso López Pumarejo, Antonio Holguín Garcés, Ciudad de Cartago y Lázaro de Gardea. En el acompañamiento realizado por el PTA se plantearon cuatro grandes ejes temáticos relacionados con el uso del texto de matemáticas del programa que se entregó a cada niño. Dichos ejes fueron denominados variables de investigación: enseñanza integral de las matemáticas, resolución de problemas, primera infancia y evaluación formativa. En particular, se generaron hipótesis que, en algunos casos, fueron comprobadas y, en otros, rechazadas. La información obtenida permitió realizar ajustes a la contextualización de la ruta en el municipio.

### *Planteamiento*

La pregunta de investigación es la siguiente: teniendo en cuenta el contexto de formación situado del PTA, ¿existen relaciones significativas percibidas por los docentes entre enseñanza integral de las matemáticas, resolución de problemas, primera infancia y evaluación formativa en docentes de grado primero y segundo de las instituciones educativas Alfonso López Pumarejo, Antonio Holguín Garcés, Ciudad de Cartago y Lázaro de Gardea?

## Abordaje teórico

### *Enseñanza integral de las matemáticas*

Las matemáticas buscaron, desde sus inicios, el dominio de razonamientos lógicos, estructuras abstractas y la relación que existe entre estas, como los números. En este escenario el maestro era el responsable de transferir dicho conocimiento

a unos receptores pasivos llamados estudiantes. El aprendizaje basado en problemas cambió el panorama del aprendizaje de las matemáticas al utilizar una técnica de aprendizaje en la que el problema es el punto de partida para adquirir nuevos conocimientos (Barrows, 1986). En este sentido, se trata de darle mayor protagonismo al estudiante, permitiéndole sumergirse en problemas cotidianos y a la vez desarrollar habilidades para su posible solución; no solo en un contexto netamente abstracto, sino, por el contrario, también práctico.

Existen grandes aportes que se han realizado a la resolución de problemas matemáticos, por ejemplo, el matemático húngaro George Pólya y su método heurístico aplicado a las diferentes etapas de formación escolar. Este método permite una mayor apropiación de los conceptos matemáticos bajo la orientación clara y precisa del maestro. Sin embargo, ha podido comprobarse de manera cualitativa que los docentes del área de matemáticas deberían realizar planeaciones de clase, incluyendo actividades que sean didácticas y lúdicas en las que se promuevan el método de resolución de problemas de Pólya y se justifique su función pedagógica (Gualdrón *et al.*, 2020). De acuerdo con lo anterior, es importante que dentro de la escuela se lleven a cabo formaciones docentes que permitan fortalecer sus estrategias en la implementación del método heurístico en la resolución de problemas.

Las capacitaciones matemáticas realizadas a los maestros suponen un gran desafío, en especial para aquellos que tienen el difícil reto de la educación inicial. En este punto es primordial que desde esta etapa de la educación el estudiante realice procesos de interpretación, ya que este es el primer paso para poder alcanzar la comprensión en cualquier tipo de problema. Este proceso genera autonomía y regulación en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Romero y Quintanilla, 2019). De esta manera, la planeación y la forma como el maestro pretende asumir su recurso explicativo, mediante la utilización de la didáctica, debe estar estrechamente relacionado con el proceso de interpretación que pretende alcanzar en su estudiante.

El círculo hermenéutico empleado en la incorporación de una clase matemática debe estar ligado a los objetivos que se pretenden, pero, en mayor medida, se requiere tener un espacio dedicado a las estrategias lúdicas y didácticas que lleven al estudiante a tener una actitud positiva al enfrentarse a una resolución de un problema y a una actitud motivadora por el deseo de aprender

(Sánchez-Cuastumal y Sánchez-Cuastumal, 2020). En este sentido, la combinación de una buena explicación con la elección adecuada de material manipulativo, es decir, objetos físicos o recursos tangibles que los estudiantes pueden manipular y utilizar durante el proceso de aprendizaje, lleva al éxito del estudiante en su objetivo de resolver adecuadamente un problema planteado. Todo esto se sintetiza en el método heurístico de George Pólya, que se aplica en el material PREST del Programa Todos Aprender. El diseño didáctico de las matemáticas aplicado en el material del programa se presenta como un modelo que responde a la necesidad de hacer que las matemáticas puedan enseñarse de una forma que permita alcanzar el desarrollo tanto de los estudiantes que la disfrutan como de las personas a las que realmente les disgusta las matemáticas. El diseño de actividades didácticas en matemáticas implica el desarrollo de actividades, lecciones y material de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC); esto es, material de estudio en general (Blum *et al.*, 2019). La didáctica de las matemáticas busca hacer que el estudiante se apropie del contenido objetivo de estudio y despierte su interés por las matemáticas, todo para mejorar su desarrollo cognitivo y su pensamiento lógico.

La didáctica de las matemáticas consiste en un conjunto de prácticas de la enseñanza que busca contextualizar al estudiante mediante retos que tengan la intención de que el estudiante extrapole el conocimiento teórico adquirido a problemas cercanos a la realidad. Un enfoque que contextualiza al estudiante le permite desarrollar sus competencias matemáticas y le expresa la idea de que estas se pueden aplicar y son útiles en su vida (Selvianiresa y Prabawanto, 2017). Esto aparta, a su vez, la idea de que las matemáticas son para unos pocos elegidos y, en su lugar, muestra que las matemáticas son una herramienta que permite solucionar problemas cotidianos y que está al alcance de todos.

### ***Resolución de problemas***

Las secuencias didácticas en las últimas décadas han despertado un interés mayor en los educadores. Todo gracias a los buenos resultados encontrados en el ejercicio de la enseñanza de la lengua y en los procesos de lectoescritura de niños y jóvenes. Las secuencias didácticas son acciones interrelacionadas que pretenden alcanzar un objetivo común desarrollado en un tiempo determinado,

tratando de resolver situaciones que se originan por la comunicación del conocimiento (Camps, 1995). Es entonces la mediación práctica que propicia una participación tanto del estudiante como del maestro en un proceso didáctico que integra un problema contextualizado a la realidad.

Dentro de la planeación de clases, el maestro no solo está atento a los procesos metodológicos, pedagógicos y didácticos de los estudiantes, sino que también es necesario que encuentre estrategias que le permitan generar un interés por el tema de estudio. La propuesta de secuencia favorece así la motivación y el desarrollo de la autonomía, pues los estudiantes ocupan tanto el tiempo de la clase como el tiempo fuera del aula para el desarrollo de la actividad (Tapia *et al.*, 2012). Lo anterior indica que es importante planear una secuencia didáctica teniendo en cuenta tres importantes factores: tiempo, autonomía y motivación.

La relación estrecha que existe entre la práctica pedagógica y el plan de estudios institucional, por lo general, ha sido el centro de debate entre los maestros; es en esta situación que las SD desempeñan un papel fundamental. Los programas escolares y las secuencias de aprendizaje se elaboran a partir de un conjunto de saberes y experiencias que provienen de una variedad de disciplinas académicas (Díaz Barriga, 2013). A partir del anterior análisis, se concluye que hay una articulación directa entre la didáctica dentro de la praxis del maestro y el currículo sugerido en los planes de estudio. Esta articulación se ve estrechamente relacionada en la correcta planeación y ejecución de una secuencia didáctica en el marco de una temática planteada.

Implementar el aprendizaje basado en problemas al interior de una clase no solo tiene el propósito de crear un cambio en la metodología utilizada para su desarrollo, sino que requiere tener claridad en la finalidad que esta pretende. El aprendizaje basado en problemas llama al uso consciente y reflexivo de las destrezas en el pensamiento, así como en el progreso de habilidades investigativas, la comunicación entre los actores y un correcto trabajo en equipo (Bueno, 2018). En particular, los maestros no pueden ser ajenos al proceso vivido por sus estudiantes en el imbricado camino de la solución a las problemáticas planteadas, al contrario, deben ser actores activos en la evolución y adecuación de los nuevos conocimientos a la luz de los problemas planteados.

Los actores involucrados dentro del aprendizaje basado en problemas tienen un rol designado, con tareas claras y precisas; sin embargo, esta situación

hace que sea poco deseada la implementación de dicha metodología al interior de las aulas. La principal razón de su compleja implementación atañe al profundo cambio que requiere ponerse en evidencia en maestros y estudiantes en relación con la forma de enseñar que acostumbran tradicionalmente en las escuelas (Trujillo y Mascardó, 2018). Al entrar en esta dinámica de trabajo colaborativo y contextualizado a la luz de un problema real y de actualidad lleva a un compromiso adquirido, no solo con la intención de fortalecer los procesos conceptuales, sino los personales porque se fijan objetivos a cumplir dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los enfoques tradicionales en la educación han generado una percepción negativa hacia las matemáticas. La relación negativa entre la ansiedad matemática y el rendimiento en matemáticas es una problemática internacional, lo que se identifica en las pruebas PISA cuyas estadísticas miden una amplia variedad de países y culturas las cuales muestran un alto nivel de correlación negativa entre la ansiedad y el rendimiento matemático (Martínez y Valiente Barroso, 2019). Algunos estudios demostraron que la ansiedad por las matemáticas empeora el rendimiento de los estudiantes, sobre todo en términos de resolución de problemas.

### *Primera infancia*

En la educación primaria, el estudio de las matemáticas corresponde a uno de los primeros pasos en la lógica espacial y el pensamiento matemático; sin embargo, el aprendizaje exitoso de las matemáticas está fuertemente ligado a la actitud del estudiante ante la generación de este conocimiento nuevo; por ello, la enseñanza satisfactoria de las matemáticas es un reto a nivel mundial, y entidades de todo el mundo han hecho grandes esfuerzos para realizar nuevas propuestas de mejora que generalmente involucran al profesorado en términos de perfeccionamiento, formación y práctica en el aula; además de incorporar múltiples factores que se relacionan con el aprovechamiento de la asignatura (Cerdeira *et al.*, 2016). Se entiende entonces que existen diferentes maneras de transmitir la información; por ejemplo, métodos que puede usar el profesor para desarrollar el aprendizaje de sus estudiantes, enfoques divulgativos, enfoques experimentales, aprendizaje basado en problemas, entre otros.

El método más común para la enseñanza de las matemáticas es la divulgación, en la que el profesor expone un tema, los estudiantes toman apuntes y hacen preguntas. Este método es usado de manera tradicional y en cierta manera requerido para el desarrollo del conocimiento en el estudiante, pero los estudiantes tienden a sentirse saturados rápidamente, presentando dificultades en el aprendizaje y en la percepción que tiene el estudiante acerca de la asignatura (Udjaja *et al.*, 2018). El uso de métodos alternativos de enseñanza proporciona al docente una manera de transmitir información que evite que el estudiante se sienta saturado al encontrar las clases de matemáticas menos tediosas.

En la educación primaria, la ludificación en la enseñanza se ha convertido en una parte importante en el diseño de asignaturas y clases. Este consiste en el uso de algunos juegos con los materiales habituales de clase, creando un ambiente de desafío que los estudiantes encuentran divertido lo que propicia la proactividad en el aula. Los niños aprenden mientras juegan y el uso habitual de estas metodologías crea un patrón de comportamiento en el que el niño no se siente obligado a resolver un problema (Yuhariati y Yuriansa, 2018), sino que el problema se convierte en una estimulación que los niños intentan resolver satisfactoriamente.

El interés de las personas en las matemáticas y ciencias está fuertemente relacionado a sus experiencias en sus primeros años escolares; debido a esto, el rol del profesor se ha transformado y con esto se han propuesto alternativas de enseñanza para las matemáticas, puesto que se quiere dejar de lado la visión del aprendizaje de las matemáticas de repetición y práctica de ejercicios y, más bien, fomentar el pensamiento crítico sobre la mera memorización (Alsina, 2021). El desarrollo de las habilidades matemáticas de los niños se puede ver entonces como un proceso que no puede ser llevado a cabo de manera lineal, sino como un conjunto de elementos que le favorecen u obstaculizan en su proceso de aprendizaje.

En el aprendizaje de las matemáticas, la solución de problemas es uno de los factores más importantes para el adecuado desarrollo del pensamiento lógico. La didáctica de las matemáticas busca la reformulación de los problemas tradicionales para reducir el grado de frustración que se siente en el proceso de aprendizaje. Este es un viaje que el estudiante debe vivir con sus propios pies (Zanten, 2019); por esto, el rol de los profesores no es solo asegurar la transmisión de la

información, sino también la transformación de la comunicación para que el estudiante se desarrolle plenamente.

### *Evaluación formativa*

La evaluación formativa es el proceso de monitoreo y control de las aptitudes de un estudiante durante el proceso de aprendizaje. Su principal objetivo es el de encontrar las debilidades que posee el estudiante respecto del tema de estudio para la proposición de alternativas para reforzarlas. La evaluación formativa está demostrada como un método eficaz para mejorar la calidad del aprendizaje y el desarrollo de competencias cognitivas (Romero, 2017). La evaluación formativa permite entonces desarrollar las competencias necesarias para el proceso de aprendizaje al focalizar las necesidades del estudiante y mejorar estos aspectos para lograr un equilibrio en el proceso de aprendizaje.

La metodología de evaluación formativa requiere la contextualización del entorno del estudiante a nivel social y cultural. Dicho esto, la evaluación formativa debe realizarse teniendo en cuenta las aptitudes actuales del estudiante, por lo que el diseño de la evaluación debería ser personalizado a las necesidades del estudiante y contextualizado, mezclándolo con las competencias que posee el estudiante y teniendo en cuenta el entorno en el que se desarrolla (Dahui *et al.*, 2017). La evaluación formativa no busca, por lo tanto, restringir la manera en la que se diseña el material de aprendizaje, sino que lo orienta según las necesidades y los requerimientos que sean pertinentes considerar.

## **Metodología**

### *Enfoque*

La investigación desarrollada por tutores del Programa Todos a Aprender en el municipio de Cartago, se encuentra enmarcada en un enfoque cuantitativo. Dicho enfoque es probatorio y secuencial con un orden riguroso, al partir de la idea de investigación para la formulación del problema de la generación de hipótesis que son probadas o rechazadas, determinando variables y algunas mediciones de este tipo, con un análisis estadístico descriptivo o inferencial, el cual permite la comprensión y discusión de las conclusiones del estudio del fenómeno presentado en la población (Sampieri *et al.*, 2016).

El enfoque cuantitativo ha permitido de forma comprobada comprender mejor los fenómenos educativos. El paradigma cuantitativo explora grandes masas de datos y algunas relaciones existentes que pudiesen permitir una toma de decisiones adecuada que, en el caso educativo, generen crecimiento profesional docente al implementar técnicas y secuencias acordes a la generalización del problema que presenta la población (Moscoso, 2017). En relación con ello es importante recalcar que el rigor del método científico, propio del enfoque cuantitativo, permite validar resultados de una forma objetiva y, por ende, mejorar la confiabilidad de estos.

Las relaciones que se obtengan de los estudios estadísticos permitirían establecer pautas para mejorar el diseño de las clases de matemáticas teniendo en cuenta la integración de las dimensiones estudiadas en el proceso formativo integral; esto es, la enseñanza didáctica de las matemáticas, el aprendizaje basado en problemas, la evaluación formativa, las matemáticas emocionales, las secuencias didácticas, la resolución de problemas de Pólya, el material concreto y la primera infancia.

### *Alcance*

Particularmente, para el estudio realizado se ha elegido un alcance de tipo correlacional, puesto que el fenómeno puede comprenderse mejor a partir de la verificación de la relación entre variables. El objetivo de esta investigación cuantitativa correlacional es determinar la relación entre las variables de estudio una vez que han sido cuantificadas. Se busca establecer, a través de un análisis, la conexión existente entre ellas y, en última instancia, predecir el valor aproximado de una variable en la población basándose en el valor previamente establecido de otra variable con la que está relacionada. Dicha medición busca identificar si las variables son fuertemente dependientes si tienen valores positivos, o si, por el contrario, no existe relación alguna, es decir, presentan valores negativos (Sampieri *et al.*, 2016). En relación con esto, el alcance seleccionado pretende que la investigación se centre en describir parte o todas las consecuencias que pueden establecerse, a partir de las dificultades que exteriorizan los docentes de grado primero y segundo, identificando las posibles causas.

### *Diseño*

El diseño de investigación elegido es transeccional correlacional-causal de tipo no experimental, dado el interés de describir el fenómeno, como no sucede en un diseño experimental. Este tipo de estudios se ocupa de observar situaciones que ya existen y que no son provocadas intencionalmente por los investigadores, por lo que las variables no pueden ser manipuladas porque el fenómeno ya sucedió y no se puede influir en su desarrollo; igualmente, describe las correlaciones que pueden establecerse entre variables en un momento de estudio determinado, sin la obligación de analizar relaciones causales (Sampieri *et al.*, 2016). Luego de plantear las variables de investigación, se establecen dependencias entre estas, lo que permitió identificar necesidades formativas para los docentes que, posterior a la investigación, permitan fortalecer las debilidades y establecer oportunidades.

### *Población y muestra*

La población y muestra de la investigación desarrollada se compone de los docentes de grado primero y segundo de tres instituciones acompañadas por el Programa Todos a Aprender en el municipio de Cartago, que se describen en la tabla 9.1.

Tabla 9.1. **Distribución de la población**

Institución educativa	Grado	Muestra
Alfonso López Pumarejo	Primero	4
	Segundo	5
Antonio Holguín Garcés	Primero	2
	Segundo	3
Ciudad de Cartago	Primero	2
	Segundo	2
Lázaro de Gardea	Primero	1
	Segundo	1
Total		20

Fuente: elaboración propia.

### *Operacionalización de variables*

Para analizar el fenómeno, se presenta en la tabla 9.2 la operacionalización de variables.

Tabla 9.2. **Operacionalización de variables**

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Ítems</b>
Enseñanza integral de las matemáticas	Matemáticas didácticas	1, 2, 3, 4
	Matemáticas emocionales	9, 10
Resolución de problemas	Resolución de problemas de Pólya	17, 18, 19, 20
	Aprendizaje basado en problemas (ABP)	11, 12
	Secuencias didácticas	13, 14
	Material concreto	15, 16
Primera infancia		5, 6
Evaluación formativa		7, 8

Fuente: elaboración propia.

### **Hipótesis**

Al considerar el alcance de la investigación, se describe la siguiente hipótesis correlacional:

H1: Existe una correlación significativa entre las valoraciones obtenidas de cada pareja de dimensiones percibida por parte de los docentes encuestados que permite inferir una correlación entre la enseñanza integral de las matemáticas, la resolución de problemas, la primera infancia y la evaluación formativa en los profesores de primaria de las instituciones educativas de Cartago.

### *Instrumento de recolección de datos*

Como instrumento de recolección de datos, se elaboró una escala tipo Likert que se describe en la tabla 9.3. Para aplicar el instrumento de recolección, se les solicitó a los docentes que realizaran la encuesta de forma voluntaria y anónima. La encuesta se hizo a través de Google Forms porque permite el desarrollo de la encuesta en internet, de manera asincrónica e importa los resultados a una hoja de cálculo.

Tabla 9.3. Instrumento de recolección de datos

Ítem	Enunciado	Valor
1	La enseñanza de los conceptos con el uso de material concreto es irrelevante en el grado primero y segundo.	1-2-3-4-5
2	No son importantes los aportes de los enfoques pedagógicos a la didáctica de las matemáticas.	1-2-3-4-5
3	La orientación didáctica de las matemáticas favorece al aprendizaje de la aritmética.	1-2-3-4-5
4	La enseñanza didáctica de las matemáticas tiene mayor aceptación en los estudiantes que los métodos tradicionales.	1-2-3-4-5
5	La enseñanza de las matemáticas es fundamental en los primeros años de vida escolar.	1-2-3-4-5
6	En sus primeros años de vida escolar, los estudiantes no encuentran satisfactorio solucionar problemas de pensamiento numérico.	1-2-3-4-5
7	La evaluación formativa permite mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes	1-2-3-4-5
8	La evaluación formativa no debería incluir una retroalimentación y posibilidad de corregir errores.	1-2-3-4-5
9	Las emociones no influyen en el aprendizaje de las matemáticas	1-2-3-4-5
10	El éxito en matemáticas aumenta las emociones positivas de los estudiantes	1-2-3-4-5
11	En el diseño de la planeación para el área de matemáticas siempre suelo utilizar el aprendizaje basado en problemas.	1-2-3-4-5
12	Las habilidades del pensamiento crítico definitivamente no son importantes en el desarrollo de las habilidades matemáticas en los niños.	1-2-3-4-5
13	Las secuencias didácticas son parte fundamental en el desarrollo de mi practica pedagógica.	1-2-3-4-5
14	Usualmente no implementó ni utilizó materiales en mi planeación que se desarrollan bajo la modalidad de secuencias didácticas.	1-2-3-4-5
15	La utilización de material concreto tiene relación con el aprendizaje de las matemáticas en los niños de primaria.	1-2-3-4-5
16	No es relevante el acompañamiento docente para la utilización por parte del estudiante de material manipulativo en el aprendizaje de las matemáticas.	1-2-3-4-5
17	Es importante comprobar la solución de un problema como etapa final, luego de resolverlo.	1-2-3-4-5
18	No es importante comprender el problema como primera etapa, antes de solucionarlo.	1-2-3-4-5
19	Al configurar un plan para resolver un problema, no es importante ejecutarlo y observar los resultados.	1-2-3-4-5
20	Es importante que el docente elabore una lista de preguntas para la estimulación del pensamiento de los estudiantes al confrontar un problema.	1-2-3-4-5

Fuente: elaboración propia.

## Resultados

### *Estadísticos descriptivos*

Se agruparon las preguntas en ocho dimensiones: matemáticas didácticas, primera infancia, aprendizaje basado en problemas, evaluación formativa, matemáticas emocionales, secuencias didácticas, material concreto y resolución de problemas de Pólya. Las dimensiones se agruparon en cuatro variables de la siguiente manera: matemáticas didácticas y matemáticas emocionales se agruparon en la variable enseñanza integral de las matemáticas. Aprendizaje basado en problemas, resolución de problemas de Pólya, secuencias didácticas y material concreto se agruparon en la variable resolución de problemas.

La valoración de la escala Likert se realizó de 1 a 5 tomando como 5 el valor más deseable de cada pregunta, para luego agruparlo en dimensiones al promediar estos valores. Se realizó una prueba de chi-cuadrado para encontrar relaciones entre las dimensiones. La tabla 9.4 presenta estadística descriptiva de las dimensiones mencionadas antes.

Tabla 9.4. **Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica
Matemáticas didácticas	20	2,25	5,00	4,4500	,83351
Primera infancia	20	2,5	5,0	3,775	,8955
Evaluación formativa	20	2,0	5,0	4,700	,7847
Matemáticas emocionales	20	2,5	5,0	4,575	,8472
ABP	20	2,0	5,0	3,875	,7759
Secuencias didácticas	20	2,0	5,0	4,050	,9018
Resolución de problemas de Pólya	20	2,25	5,00	4,3500	,80867
Material concreto	20	2,0	5,0	4,625	,7587
N válido (por lista)	20				

Fuente: información de la investigación en *software* SPSS.

Se puede observar que la desviación típica obtenida en cada dimensión es similar y es un número significativo en comparación con la media, lo que representa que las respuestas tienen una heterogeneidad semejante.

*Estadísticos inferenciales*

Tabla 9.5. Prueba de RHO de Spearman para cada pareja de variables

Variable	Enseñanza didáctica de las matemáticas	Primera infancia	Evaluación formativa	Matemáticas emocionales	ABP	Secuencias didácticas	Material manipulativo	Resolución de problemas de Pólya
Enseñanza didáctica de las matemáticas	—	0,183	0,583	0,685	0,480	0,275	0,845	0,706
Primera infancia	—	—	0,183	0,427	0,410	0,344	0,320	-0,057
Evaluación formativa	—	—	—	0,545	0,374	0,357	0,575	0,538
Matemáticas emocionales	—	—	—	—	0,453	0,312	0,679	0,657
ABP	—	—	—	—	—	0,623	0,707	0,156
Secuencias didácticas	—	—	—	—	—	—	0,460	0,248
Material manipulativo	—	—	—	—	—	—	—	0,662

Fuente: elaboración propia.

Con la agrupación de las variables tal como se mencionó, se realizó la prueba correlacional rho de Spearman con cada pareja posible de variables para identificar correlaciones entre ellas. La prueba rho de Spearman es un tipo de prueba no paramétrica que permite medir la correlación entre dos variables mediante el uso de funciones monótonas. Esta prueba procesa datos discretos y el resultado final es un coeficiente que permite establecer el grado de correlación entre las variables y definir si esta es proporcional o inversa. El coeficiente de Spearman puede tener valores entre -1 y 1; -1 es un coeficiente que representa que hay una perfecta correlación inversa entre las variables y 1 una perfecta correlación; por lo tanto, valores más cercanos a cero que a 1 o -1 permiten inferir que no existen correlaciones entre las variables. Es recomendable cuando los datos tienen valores extremos debido a que es menos sensible al cambio en comparación con la correlación de Pearson (Sampieri *et al.*, 2016).

A continuación, se muestra un resumen de los resultados de las parejas de variables analizadas. La tabla 9.5 expone los valores de la significación asintótica de la prueba de chi-cuadrada con cada combinación única de las variables.

En total se estudiaron ocho, por lo que se pueden identificar 28 parejas posibles. Para el análisis realizado, a continuación, se establece que los valores absolutos del coeficiente de Spearman entre 0 y 0,25 indican que existe una correlación débil entre las variables, entre 0,26 y 0,60 se dirá que existe una relación moderada y valores de 0,61 a 1 se definirán como correlaciones fuertes entre las variables. Se observan 5 parejas de variables que presentan una correlación débil, 15 con una correlación moderada y 8 parejas con una correlación fuerte.

En contexto de la investigación realizada, las correlaciones débiles podrían indicar que los docentes encuestados no encuentran un proceso que permita que sus competencias en las variables de interés mejoren simultáneamente. La pareja con una correlación más fuerte es la correspondiente entre enseñanza didáctica de las matemáticas y material manipulativo, lo que indica que los profesores encuentran que una manera de hacer más interesante las clases de matemáticas es mediante el uso del material manipulativo, y que ambos componentes se ven beneficiados el uno del otro. La pareja con la correlación más débil fue la de primera infancia y resolución de problemas de Pólya; esto podría deberse a las dificultades de implementar procesos de resolución de problemas en los niños al principio de su vida escolar.

## Discusión y conclusión

Se validó la hipótesis que permite establecer una correlación entre la enseñanza integral de las matemáticas y la resolución de problemas percibidas por los docentes encuestados; esto deja observar que los docentes usualmente plantean la enseñanza de las matemáticas al desarrollar la clase a través del planteamiento de problemas, buscando que el aprendizaje sea un escenario que permita el desarrollo del pensamiento lógico.

Se encontró una correlación entre las valoraciones obtenidas en la resolución de problemas y la de evaluación formativa. La actividad evaluativa se ve reforzada cuando en el aprendizaje se encuentra un componente que busca enfrentar el estudiante a problemas, pues evidencia sus falencias y le da la oportunidad de

reforzarlas mediante problemas que requieran específicamente de estas habilidades.

Se rechazó la hipótesis que correlaciona la valoración de resolución de problemas con el de la primera infancia. Esto evidencia que los docentes perciben que la actitud de los niños en los primeros años de vida escolar hacia la enseñanza de las matemáticas no se ve afectada al enfrentarlo a un problema, sino especialmente en la manera en la que este relaciona el problema con fenómenos reales.

La correlación entre las valoraciones de evaluación formativa y la de primera infancia concluye que los docentes perciben que la actitud de los niños hacia la asignatura se encuentra ligada fuertemente a la manera en que perciben que están siendo evaluados, por lo que el diseño de la actividad evaluativa debe considerar las reacciones que los estudiantes reciben tanto de los resultados buenos como de los malos.

Los resultados obtenidos demuestran que los profesores de primaria de las instituciones educativas de la ciudad de Cartago evidencian la comprensión de la existencia de una correlación entre la enseñanza integral de las matemáticas y la resolución de problemas, y que, haciendo un uso adecuado de esta correlación, se podría realizar propuestas para mejorar el desempeño y la predisposición de los estudiantes de primaria a las clases de matemáticas.

Para concluir, se da respuesta a la pregunta de investigación dado que se pudo verificar la existencia de correlaciones significativas entre la enseñanza integral de las matemáticas, la resolución de problemas, primera infancia y evaluación formativa en docentes de grado primero y segundo de las instituciones educativas: Alfonso López Pumarejo, Antonio Holguín Garcés, ciudad de Cartago y Lázaro de Gardea.

## Referencias

- Alrajeh, T. S. y Shindel, B. W. (2020). Student engagement and math teachers support. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 167-180.
- Alsina, A. (2021). Revisando la educación matemática infantil: una contribución al Libro Blanco de las Matemáticas. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, [S.l.], 9(2), 21-36. <http://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/152>

- Andueza Correa, A. (2015). La escritura como herramienta de aprendizaje significativo: un cuasiexperimento en la clase de ciencias. *Revista Complutense de Educación*, 27(2), 653-668. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2016.v27.n2.46918](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n2.46918).
- Barrows, H. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. En *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice* (pp. -12). San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Casis, M., Castro, E. y Rico, N. (2017). Motivación, autoconfianza y ansiedad como descriptores de la actitud hacia las matemáticas de los futuros profesores de educación básica de Chile. *PNA*, 11(3), 181-203.
- Cerda, G., Pérez, C., Casas, J. y Ortega, R. (2017). Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: la necesidad de un análisis multidisciplinar. *Psychology, Society & Education*, 9(1), 1-10.
- Deniz, E., Akdemir, A. O. y Yüksel, E. (2020). New extensions of Chebyshev-Pólya-Szegő type inequalities via conformable integrals. *AIMS Mathematics*, 5(2), 956-965.
- Escalera Chávez, M. E., Moreno García, E. y Rojas Kramer, C. A. (2019). Confirmatory model to measure attitude towards mathematics in higher education students: Study case in SLP Mexico. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(1), 163-168.
- Gamboa Araya, R. y Moreira Mora, T. E. (2017). Actitudes y creencias hacia las matemáticas: un estudio comparativo entre estudiantes y profesores. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(1), 514-559.
- García, G. y Romero, J. (2018). Matemáticas para todos en tiempos de la inclusión como imperativo. Un estudio sobre el programa Todos a Aprender. *Revista Colombiana de Educación*, (74), 289-310.
- Gómez Cardona, L. (2017). Primera infancia y educación emocional. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 52, 174-184. <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/950/1397>
- Greca, I. M., Ortiz-Revilla, J. y Arriasecq, I. (2020). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para educación primaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2021.v18.i1.1802](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802)
- Gualdrón, E., Pinzón, L. y Ávila, A. Las operaciones básicas y el método heurístico de Pólya como pretexto para fortalecer la competencia matemática resolución de problemas. *Revista Espacios*, 41(48), art. 8. <https://doi.org/10.48082/espacios-a20v41n48p08>

- Hernán, E. J. B., Pastor, V. M. L. y Brunicardi, D. P. (2019). ¿Por qué hago evaluación formativa y compartida y/o evaluación para el aprendizaje en EF? La influencia de la formación inicial y permanente del profesorado (Why do I do Formative and Share Assessment and/or Assessment for Learning in Physical Education?). *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (36), 37-43.
- Hidayah, I. (2018). Manipulatives and question series for elementary school mathematics Teaching on Solid Geometry. *International Journal of Instruction*, 11(3), 649-662.
- Ibáñez, M., Estrada Roca, M. A. y Barbero Sola, I. (2017). Herramientas virtuales de simulación en la enseñanza de la astronomía diurna en futuros maestros de Primaria. *EDUTEC-Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 59, 1-14.
- Jiménez-García, E., Redondo-Duarte, S., Ruiz-Rosillo, M. A. y Rodríguez-Martín, J. J. (2020). Plan institucional de evaluación de aprendizajes en la Universidad Europea de Madrid. *Formación Universitaria*, 13(6), 119-128. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000600119>
- Li, D., Fan, Q. y Dai, X. (2017). Personal training evaluation system design for high education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 4333-4342.
- López Pastor, V. M. y Pérez Pueyo, Á. (2017). *Evaluación formativa y compartida en educación: experiencias de éxito en todas las etapas educativas*. Universidad de León.
- Luttenberger, S., Wimmer, S. y Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology research and behavior management*, 11, 311.
- Malmia, W. *et al.* (2019). Problem-based learning as an effort to improve student learning outcomes. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8, 1140-1143.
- Martínez, R. y Sotos, M. (2021). Aprendizaje de conceptos geométricos y de orientación espacial, a través del juego. En Educación Infantil. Edma 0-6: *Educación Matemática en la Infancia*, [S.l.], 9(2), 21-36, <http://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/152>.
- Martínez Vicente, M. y Valiente Barroso, C. (2019). Autorregulación afectivo- motivacional, resolución de problemas y rendimiento matemático en educación primaria. *Educatio Siglo XXI*, 37(3), 33-54. <https://doi.org/10.6018/educatio.399151>
- Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G. y Naranjo-Correa, F. L. (2020). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European journal of education and psychology*, 13(1), 49-64.

- Merritt, J., Lee, M., Rillero, P. y Kinach, B. M. (2017). Problem-based learning in K-8 mathematics and science education: A literature review. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(2). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1674>
- Meza-Cascante, L. G. *et al.* (2019). Actitud hacia la matemática: percepción de la actitud de padres. *Comunicación*, 28(1), 4-15.
- Morales Bueno, P. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico ¿una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 91-108. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Moscoso, J. N. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 632-649.
- Rodríguez González, M., Filloy Yagüe, E. y Gómez Alfonso, B. (2020). Dificultades en la construcción de los números naturales incluyendo el cero con estudiantes de 6 a 8 años. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 38(3), 55-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2881>
- Romero, G. y Quintanilla, V. (2019). El círculo hermenéutico de la comprensión en matemáticas: una propuesta integradora para la evaluación en el aula. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 22(1), 97-122.
- Rønning F. (2019). Didactics of mathematics as a research field in Scandinavia. En W. Blum, M. Artigue, M. Mariotti, R. Sträßer, M. Van den Heuvel-Panhuizen (eds.), *European traditions in didactics of mathematics. ICME-13 Monographs*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-05514-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05514-1_6)
- Rubinsten, O., Marciano, H., Eidlin Levy, H. y Daches Cohen, L. (2018). A framework for studying the heterogeneity of risk factors in math anxiety. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12, 291.
- Salinas-Ibáñez, J. y De-Benito, B. (2020). Construction of personalized learning pathways through mixed methods. [Construcción de itinerarios personalizados de aprendizaje mediante métodos mixtos]. *Comunicar*, 65, 31-42. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-03>
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., Valencia, S. M. y Torres, C. P. M. (2016). *Metodología de la investigación*, vol. 1. McGraw-Hill.
- Sánchez-Cuastumal, L. N. y del Socorro Valverde-Riascos, Y. (2020). Método heurístico de George Pólya en la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de grado sexto. *Revista UNIMAR*, 113-141.

- Selvianiresa, D. y Prabawanto, S. (2017). Contextual teaching and learning approach of mathematics in primary schools. *Journal of Physics: Conference Series*. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012171>.
- Set, E., Dahmani, Z. y Mumcu, I. (2018). New extensions of Chebyshev type inequalities using generalized Katugampola integrals via Polya-Szegö inequality. *International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, 8(2), 137-144.
- Sullivan, P. y Borcek, C., Walker, N. y Rennie, M. (2016). Exploring a structure for mathematics lessons that initiate learning by activating cognition on challenging tasks. *The Journal of Mathematical Behavior*, 41. 159-170. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2015.12.002>.
- Tapia-Ladino, M., Correa, R., Ortiz, M. y Neira Martínez, A. (2012). Secuencia didáctica para escritura en colaboración en un entorno wiki: Propuesta para estudiantes de Enseñanza Secundaria. *Revista Española de Pedagogía*, 253.
- Udjaja, Y., Sadino, V. y Chandra, N. (2018). Gamification for elementary mathematics learning in Indonesia. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 8(5), 3860-3865. doi: 10.11591/ijece.v8i5.pp3860-3865.
- Viliani, Y., Pratama, F. y Mampouw, H. (2018). Description of the ability of social arithmetical stories by study problems by students VIII SMP reviewed from the polya stage. *International Journal of Active Learning*, 3(1), 23-32.
- Yuhariati, Y. y Yuriansa, A. (2018). Patterns playing for early childhood education: Mathematics learning for early childhood education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1088, 012099.
- Yulianti, D. (2019). Problem based learning models based on science technology engineering and mathematics for developing student character. *Phys.: Conf. Ser.* 1170 012032.
- Zuluaga, H. G., Zapata, J. H. A. y Penagos, J. A. R. (2020). Procesos de visualización en la resolución de problemas de matemáticas en el nivel de básica primaria apoyados en ambientes de aprendizaje mediados por TIC. *Sophia*, 16(1), 120-132.

## Sobre los autores

### **Autora compiladora**

#### **Luisa Fernanda Urrego Hoyos**

Ingeniera química y magíster en Educación de la Universidad de los Andes. Certificada en el Programa de Pedagogía para Profesionales no Licenciados y con experiencia profesional en política pública de educación en el Ministerio de Educación Nacional y en el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP). Así mismo, ha participado en diferentes investigaciones sobre educación como el marco de la Buena Enseñanza en Colombia, los factores financieros que afectan la calidad de la educación superior y el diseño e implementación del sistema de soporte para el mejoramiento docente de la Universidad de los Andes. Además, ha hecho parte de programas de formación y acompañamiento a docentes en el Programa Todos a Aprender del Ministerio de Educación Nacional y en el proyecto “Fortalecimiento de las competencias de los jóvenes de media del distrito para afrontar los retos del siglo XXI en Bogotá D. C.” de la Secretaría de Educación del Distrito. Igualmente, ha sido docente de básica secundaria y media en las áreas de ciencias naturales y matemáticas. Correo electrónico: lf.urrego1721@uniandes.edu.co

### **Autores compilados**

#### **Gloria Yaneth Ayala Soto**

Licenciada en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío, con Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad

Nacional de Colombia. Actualmente adelanta estudios de doctorado en Ciencias de la Educación en la Universidad Cuauhtémoc en México. Ha sido profesora de ciencias naturales en educación básica secundaria en el sector oficial durante dieciocho años, los últimos catorce en la institución educativa Ateneo en el municipio de Pradera, Valle del Cauca. Su principal motivación como docente y científica en formación en Educación consiste en estudiar e identificar metodologías y estrategias innovadoras que faciliten la comprensión de los conceptos científicos y el aprendizaje significativo en el área de las ciencias naturales, así como indagar sobre los enigmas de la inteligencia humana y cómo se produce el aprendizaje. Considera que su principal aporte como docente es el desarrollo de competencias científicas en sus estudiantes y su capacidad para aprender a aprender.

Correo electrónico: [gloriayanethayala@ateneopradera.edu.co](mailto:gloriayanethayala@ateneopradera.edu.co) y [gyayalas@gmail.com](mailto:gyayalas@gmail.com)

### **Andrés Betín Ruiz**

Químico egresado de la Universidad de Córdoba, donde actualmente cursa la Maestría en Biotecnología. Es miembro activo del grupo de investigación en biotecnología del Departamento de Química (GRUBIODEQ) de la misma universidad. Sus investigaciones se enmarcan en el análisis de calidad de agua, con el desarrollo del trabajo titulado “Diagnóstico de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Sinú en el tramo del municipio de San Pelayo-Córdoba, Colombia”. En la actualidad está trabajando en la línea de biofertilizantes, con la aplicación de bacterias solubilizadoras de fósforo y bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre en diferentes cultivos de importancia comercial como la yuca, el maíz y el algodón.

Correo electrónico: [bettoruiz19@gmail.com](mailto:bettoruiz19@gmail.com)

### **Jorge Alejandro Escobar Zúñiga**

Ingeniero mecánico, actualmente cursa estudios de Especialización en Didáctica y TIC. Cursó su pregrado como estudiante becado del programa Ser Pilo Paga y obtuvo percentil 98 en las pruebas saber PRO 2021. Tiene estudios de diplomado en ciencias, innovación, gestión pública con énfasis en finanzas y

fundamentación en ciencia de datos. Sus temas de interés son la enseñanza de las ciencias, la mecánica de materiales, el diseño mecánico, la enseñanza de la ingeniería y la investigación en educación.

Correo electrónico: [jorgealejandroscoobar0@gmail.com](mailto:jorgealejandroscoobar0@gmail.com)

### **Juan Carlos Escobar Zúñiga**

Licenciado en Matemáticas y Física, con Maestría en Educación Virtual y Doctorado en Ciencias de la Educación. Ha sido profesor durante trece años. Actualmente es docente asociado de la Universidad de Santander y directivo docente de la Secretaría de Educación de Cartago. Líder del grupo de investigación GRVATE de la Universidad de Santander. Sus temas de interés son la enseñanza de las matemáticas, la tecnología educativa y la investigación avanzada. Considera que su principal aporte como docente es la investigación aplicada al campo de la educación.

Correo electrónico: [profesorjuancarloscoobar@gmail.com](mailto:profesorjuancarloscoobar@gmail.com)

### **Nataly Galán Freyle**

Es profesional en Química por la Universidad de Cartagena. Realizó estudios de maestría y doctorado en Química Aplicada, específicamente en el área de materiales, en la Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez (UPRM). Investigadora sénior reconocida por Minciencias, tiene una larga trayectoria que la exalta como una de las científicas con más de 16 publicaciones basadas en el desarrollo de sensores químicos e inteligencia artificial y dos patentes de invención aprobadas por la Superintendencia de Industria y Comercio. La primera patente, que registró en el 2019, consistía en un recubrimiento para dispositivos médicos, llamado Recubrimiento Antibacteriano. En el 2021 patentó Rally, un dispositivo para determinar material particulado en aire. Actualmente es directora del Centro de Investigaciones en Ciencias de la Vida (CICV) de la Universidad Simón Bolívar de Barranquilla. Emprendedora del programa PROBETA desarrollado por la Alcaldía de Barranquilla, el cual ganó reconocimiento en la participación de la Royal Academy of Engineering's Leaders in Innovation Fellowships en Inglaterra.

Correo electrónico: [nataly.galan@unisimonbolivar.edu.co](mailto:nataly.galan@unisimonbolivar.edu.co)

**Juan Carlos Gallego-Gómez**

Biólogo genetista por la Universidad del Valle, y doctor en Biología Molecular por la Universidad Autónoma de Madrid y el Centro Nacional de Biotecnología de España (CNB-CSIC). Ha realizado varias pasantías posdoctorales cortas (Estados Unidos, Argentina y Brasil). Cuenta con diecinueve años de trayectoria educativa e investigativa, desarrollada en la Facultad de Medicina de la Universidad de Antioquia. Creó el Grupo de Medicina Molecular y de Translación —clasificado en A por el Ministerio de Ciencias—, desde el cual ha dirigido varias tesis de pregrado, maestría y doctorado, con unas cincuenta publicaciones nacionales e internacionales. Es investigador senior desde la primera clasificación Colciencias. Por eso ha incursionado en la epistemología, historia, filosofía y sociología de la ciencia (específicamente en filosofía de la biología) y actualmente es candidato a doctor en Filosofía por la Universidad del Valle. En su labor de mentoría con los estudiantes de posgrado (maestría y doctorado) ha implementado la rúbrica del Sistema Integrado para Guiar el Aprendizaje (SIGA), en la que se consideran los aspectos más blandos de las habilidades que se requiere seguir, promover y ayudar a controlar en los investigadores en formación.

Correo electrónico: carlos.gallego@udea.edu.co

**Cesar Augusto Hurtado Zapata**

Normalista superior con énfasis en Ciencias Naturales, con Licenciatura en Matemáticas, Lengua Castellana y Humanidades, Maestría en Educación y actualmente cursa sus estudios de Doctorado en Educación. Ha sido profesor durante dieciocho años. Es docente de la Secretaría de Educación de Cartago. Sus temas de interés incluyen las conversaciones en el aula, donde pretende realizar aportes sobre la calidad participativa de los estudiantes.

Correo electrónico: ceahur85@gmail.com

**Libardo Maya Ramírez**

Diseñador gráfico y profesor de Bellas Artes en la Institución Universitaria del Valle, catedrático universitario en la Pontificia Universidad Javeriana y en la Universidad Autónoma de Occidente. En marzo del 2021, con su serie de carteles covid-19, fue seleccionado como finalista por el Premio “a! Diseño” en la categoría Social-Covid, que reconoce lo mejor de este arte en el continente.

Correo electrónico: ibardomaya@yahoo.com

**Alexander Mojica Ruiz**

Docente en la institución educativa Llano Grande del municipio de Nuevo Colón, Boyacá. Es consejero departamental de planeación en el sector ambiental, magíster en Desarrollo Educativo y Social y licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Gestor del club escolar de investigación y producción audiovisual El Parche, que ha sido reconocido por el Ministerio de Educación Nacional como experiencia nacional en innovar y educar con TIC 2014. Representó al país en el simposio global de TIC en educación 2015 “Innovación en la escuela”, realizado por el Banco Mundial y la Unesco en Incheon, Corea del Sur. También hace parte del Festival Escolar Nacional Sonoro y Audiovisual (FESCONAL).

Correo electrónico: [mojicarui@gmail.com](mailto:mojicarui@gmail.com)

**Edward Alexis Monroy Jáuregui**

Licenciado en Biología por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene diez años de experiencia en el campo educativo y ambiental. Actualmente se encuentra vinculado como docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental con la Secretaría de Educación en el colegio Antonio Van Uden de la localidad de Fontibón, aunque el estudio que aquí presenta se llevó a cabo en el colegio rural Gabriel García Márquez de la localidad de Usme. Su interés investigativo se centra en temas relacionados con la educación ambiental, particularmente en torno a la conservación de ecosistemas a partir del conocimiento y la divulgación de su biodiversidad. Su principal aporte como docente es fomentar una actitud crítica en sus estudiantes que derive en un empoderamiento de sus territorios.

Correo electrónico: [emonroy@unal.edu.co](mailto:emonroy@unal.edu.co), [ea.monroyj@uniandes.edu.co](mailto:ea.monroyj@uniandes.edu.co)

**Esteban Muñoz Mauricio**

Diseñador industrial por la Universidad Nacional de Colombia, especialista en Ergonomía por la misma universidad y magíster en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible por la Universidad Santiago de Cali. Docente desde el 2012, ha tenido experiencia en educación superior y formación para el trabajo. Actualmente, es docente en educación básica secundaria y media técnica en la institución educativa Agroempresarial Huasanó, ubicada en la zona de reserva

campesina del municipio de Caloto, Cauca. Cuenta con experiencia en el sector agroindustrial y mipymes del norte de Cauca y sur del Valle del Cauca. Se interesa en la construcción de nuevas dinámicas y espacios de educación, en el marco del paradigma holístico, la educación ambiental, los factores humanos y el diseño como herramienta de mediación social.

Correo electrónico: [aldemez@gmail.com](mailto:aldemez@gmail.com)

### **Leonardo Pacheco Londoño**

Profesional en Química por la Universidad de Cartagena. Con Maestría en Química y grado de doctor en Química Aplicada por la Universidad de Puerto Rico en el recinto universitario de Mayagüez. Sus intereses de investigación están relacionados con el estudio de detección de punto químico y la transición de experimentos de laboratorio a experimentos de campo en técnicas espectroscópicas. Docente de tiempo completo en la Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.

Correo electrónico: [leonardo.pacheco@unisimonbolivar.edu.co](mailto:leonardo.pacheco@unisimonbolivar.edu.co)

### **Amira Cecilia Padilla Jiménez**

Licenciada en Química y Biología por la Universidad de Córdoba, con maestría en Ciencias Químicas y doctora en Química Aplicada por la Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez (UPRM). Ha sido asistente de cátedra en la Universidad de Puerto Rico en Recinto de Mayagüez y es profesora catedrática de la Universidad de Córdoba desde el 2000, en la asignatura de Química Analítica para los programas de Biología y Ciencias Naturales, y Educación Ambiental. Ha sido profesora durante veintiocho años. Es docente de básica secundaria y media académica en la Institución Educativa Santa Teresita en el municipio de San Pelayo Córdoba, dictando la asignatura de Química. Su principal aporte es el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes para la resolución de problemas contextuales. Su investigación y sus intereses incluyen la detección y discriminación de células bacterianas utilizando técnicas de espectroscopía.

Correo electrónico: [amira\\_padilla@yahoo.com](mailto:amira_padilla@yahoo.com)

### **Francy Suley Pérez Ortiz**

Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, con maestría en Ecología y Gestión de Ecosistemas estratégicos por

la Universidad Surcolombiana. Ha sido profesora durante quince años. Actualmente, es docente de básica media en la institución educativa Antonio Nariño en el municipio de Mosquera, Cundinamarca, orientando el área de ciencias naturales. Su tema de interés es el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes. Considera que su principal aporte es fomentar el respeto hacia los recursos naturales y la diferencia por medio de la enseñanza.

Correo electrónico: francysuley6@gmail.com

### **Yilton Riascos Forero**

Estadístico con especialización en Educación Matemática, Maestría en Ingeniería de Sistemas, Maestría en Educación Matemática y Doctorado en Psicología. En la actualidad es profesor titular de la Universidad del Cauca. Sus temas de interés son la educación estadística y la educación matemática.

Correo electrónico: yirifo@unicauca.edu.co

### **Helmer Jesús Ruiz Díaz**

Licenciado en Educación con especialidad en Matemáticas, con especialización en Educación Matemática y con Maestría en Educación. Actualmente es docente del aula de básica secundaria y media en la institución educativa técnica Tomás Cipriano de Mosquera en el municipio de Popayán, Cauca. Sus temas de interés son el desarrollo del pensamiento matemático y la formación integral en la escuela. Considera que su principal aporte como docente es contribuir en la formación de ciudadanos matemáticamente competentes.

Correo electrónico: herny18@gmail.com

### **Ingrid Marcela Sánchez Corzo**

Es ingeniera ambiental, con Maestría en Educación por la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB). Su experiencia en el ámbito educativo es de siete años. Actualmente es docente de educación básica secundaria en el Colegio Integrado Madre de la Esperanza del municipio de Sabana de Torres, Santander. Sus temas de interés están relacionados con la formación ambiental. Considera que su principal aporte es la creación de espacios para la fundamentación, el fortalecimiento y la articulación de la educación ambiental con el proyecto ambiental escolar (PRAE), mediante la búsqueda de soluciones a la problemática

ambiental local, así como el fortalecimiento del sentido de pertenencia y el grado de compromiso en el cuidado y protección de los recursos naturales por parte de la comunidad educativa.

Correo electrónico: [ingrid.msanchezc@hotmail.com](mailto:ingrid.msanchezc@hotmail.com)

### **Ángela María Sánchez Gómez**

Diseñadora gráfica por el Instituto Departamental de Bellas Artes, con especialidad en Procesos Impresos y *packaging*; además, cuenta con estudios de Maestría en Educación Ambiental y Desarrollo Sostenible por la Universidad Santiago de Cali. Tiene experiencia docente universitaria de veintidós años en las áreas del diseño, la producción gráfica, los empaques y en la formación de procesos y desarrollos de investigación aplicando metodologías proyectuales para la creación de productos y estrategias de comunicación que permitan la resolución de problemáticas en áreas social, productiva y de manufactura.

Correo electrónico: [andio416@yahoo.com](mailto:andio416@yahoo.com)

### **Paula Andrea Sánchez Valencia**

Licenciada en Ciencias Sociales, con Maestría en Educación por la Universidad de Caldas. Ha sido profesora durante trece años. Actualmente es docente asociada en la Universidad de Santander, investigadora y docente de la Secretaría de Educación de Cartago. Sus temas de interés son la enseñanza de las matemáticas, la tecnología educativa y la investigación avanzada. Considera que su principal aporte como docente es impactar socialmente a las comunidades educativas.

Correo electrónico: [licsocial@gmail.com](mailto:licsocial@gmail.com)

### **Diana Marcela Villegas Moreno**

Licenciada en Biología por la Universidad Pedagógica Nacional. Con nueve años de experiencia en la formulación e implementación de proyectos educativos, se enfoca en el desarrollo de investigaciones sobre educación ambiental y conservación biológica, bajo la línea de investigación Sistemas Acuáticos de la Región Andina realizó su tesis sobre aulas vivas y caracterización de anfibios. Actualmente se desempeña en el cargo de promotora pedagógica con Colsubsidio en convenio con la Secretaría de Educación de Funza Cundinamarca.

Correo electrónico: [biodianawiest@gmail.com](mailto:biodianawiest@gmail.com)



*Enseñar distinto:*  
*Aportes de maestros en el diseño e implementación de estrategias pedagógicas*  
*en ciencias naturales y matemáticas*  
se compuso en caracteres Kepler 11/16, en julio del 2024.