

# Comprensiones de los maestros investigadores

## Alfabetización científica y ambiental en Colombia

Mariana Tafur Arciniegas

Adriana María Soto Zuluaga

Marisol Lopera Pérez

Carolina María González Velásquez

Sergio Andrés Castaño Cano

(compiladores)





**COMPRESIONES DE LOS MAESTROS  
INVESTIGADORES**

**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**

Oscar Sanchez 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

Yesenia Olaya Requene

**Líder Equipo Humanidades y**

**Ciencias Sociales**

**Dirección de Gestión de Recursos**

**para la CTel**

Milena del Carmen Rodríguez Cárdenas

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

**Rectora Universidad de los Andes**

Raquel Bernal Salazar

**Decano Facultad de Educación**

Eduardo Escallón Largacha

**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

**COMPRESIONES DE LOS MAESTROS  
INVESTIGADORES  
ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y AMBIENTAL EN COLOMBIA**

Mariana Tafur Arciniegas  
Adriana María Soto Zuluaga  
Marisol Lopera Pérez  
Carolina María González Velásquez  
Sergio Andrés Castaño Cano  
(compiladores)

Universidad de los Andes  
Institución Universitaria ITM

Tafur Arciniegas, Mariana, compiladora | Soto Zuluaga, Adriana María, compiladora | Lopera Pérez, Marisol, compiladora | González Velásquez, Carolina María, compiladora | Castaño Cano, Sergio Andrés, compilador.  
Comprensiones de los maestros investigadores. Alfabetización científica y ambiental en Colombia / Mariana Tafur Arciniegas, Adriana María Soto Zuluaga, Marisol Lopera Pérez, Carolina María González Velásquez, Sergio Andrés Castaño Cano (compiladores). – Bogotá : Universidad de los Andes, Ediciones Uniandes ; Medellín : Institución Universitaria ITM, 2024. | XVIII, 210 páginas : ilustraciones ; 17 x 24 cm.

ISBN 978-958-5122-81-9 (electrónico) | DOI: <https://doi.org/10.22430/9789585122819>

Capacitación docente - Colombia | Formación profesional de maestros - Colombia | Prácticas de la enseñanza

Clasificación: CDD 370.71-dc23

SBUA

Primera edición: marzo del 2024

© Mariana Tafur Arciniegas, Adriana María Soto Zuluaga, Marisol Lopera Pérez, Carolina María González Velásquez, Sergio Andrés Castaño Cano (compiladores)

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

© Institucion Universitaria ITM  
Sello Editorial ITM  
Calle 75 n.º 75-101  
Medellín, Colombia  
Teléfono: 604 440 51 00 ext. 5197  
<http://catalogo.itm.edu.co>  
[fondoeditorial@itm.edu.co](mailto:fondoeditorial@itm.edu.co)

ISBN *E-book*: 978-958-5122-81-9

DOI: <https://doi.org/10.22430/9789585122819>

Corrección de estilo: Martha Cecilia Caballero Jerez  
Diagramación interna: Julio Mauricio Raigosa Álvarez  
Diseño de cubierta: Julio Mauricio Raigosa Álvarez  
Ilustración de cubierta: Felipe Rodríguez Rodríguez

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 | Vigilado 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, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial

# Contenido

|   |      |
|---|------|
| LISTA DE RECURSOS GRÁFICOS  | VIII |
| INTRODUCCIÓN  | XIII |
| CAPÍTULO 1. EVALUACIÓN PARTICIPATIVA DE LA FAUNA SILVESTRE<br>EN CAUTIVERIO: ESTRATEGIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA<br>BIODIVERSIDAD EN EL MARCO DE LOS ODS 4 Y 15 | 1    |
| Igor Peniche Villadiego<br>Melisa Núñez De Larosa<br>Alonso Agudelo Nisperuza   |      |
| CAPÍTULO 2. LA MINERÍA COMO SITUACIÓN AMBIENTAL:<br>UNA OPORTUNIDAD PARA INCLUIR LA EDUCACIÓN AMBIENTAL<br>AL CURRÍCULO ESCOLAR                                   | 25   |
| Diana María Ramírez Carvajal  |      |
| CAPÍTULO 3. DISCUSIÓN SOBRE LA BIODEGRADACIÓN DE EMPAQUES<br>PARA ALIMENTOS: UNA HERRAMIENTA PARA DESARROLLAR<br>LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA                      | 53   |
| Julián Alberto Castillo Estupiñán   |      |
| CAPÍTULO 4. LA PRÁCTICA DE CAMPO: PROPUESTA DE<br>ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE CONCEPTOS RELACIONADOS<br>CON LOS ECOSISTEMAS Y LA REPRODUCCIÓN VEGETAL                | 75   |
| José Alejandro Mendoza Santacruz  |      |
| CAPÍTULO 5. ESTUDIO SOBRE LA FLORA MEDICINAL DEL NORTE<br>DE COLOMBIA PARA FORTALECER LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS  | 109  |
| Emilio José Arrieta García<br>Shirley del Carmen Ramos Navas<br>Tomás Enrique Díaz Miranda  |      |
| CAPÍTULO 6. EL “PROGRAMA ONDAS” Y LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA<br>PARA UNA EDUCACIÓN DE CALIDAD EN CAQUETÁ  | 137  |
| Fabiola Murcia Jiménez  |      |
| SOBRE LOS AUTORES   | 181  |

# Lista de recursos gráficos

## Figuras

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1.1. Representación cartográfica de las investigaciones incluidas en el libro  | XVI |
| Figura 1.1. Ubicación del corregimiento de Caño Viejo Palotal, Montería   | 5   |
| Figura 1.2. Pisingos ( <i>Dendrocygna autumnalis</i> )  | 10  |
| Figura 1.3. Morrocoy ( <i>Geochelone carbonaria</i> )   | 10  |
| Figura 1.4. Grupo poblacional que genera las capturas   | 12  |
| Figura 1.5. Usos por los que se origina la captura  | 13  |
| Figura 1.6. ¿Donaría los animales en su posesión para su rehabilitación y liberación por la autoridad ambiental?                      | 14  |
| Figura 2.1. Mapa mental de la minería en Colombia (E1, ses 4)   | 46  |
| Figura 2.2. Mapa mental de la minería en Colombia (E4, ses 4)   | 46  |
| Figura 3.1. Fases de la investigación dirigida  | 59  |
| Figura 3.2. Dimensiones de la práctica argumentativa en la ciencia escolar  | 62  |
| Figura 3.3. Frecuencia de argumentos en subcategorías de negociación social (SE) antes y después de la investigación dirigida         | 64  |
| Figura 3.4. Frecuencia en los argumentos en las subcategorías de negociación social (CE) antes y después de la investigación dirigida | 65  |
| Figura 3.5. Frecuencia en las subcategorías de razonamiento científico antes y después de la investigación dirigida                   | 70  |
| Figura 4.1. Recursos didácticos en ciencias naturales en la IEM El Socorro  | 84  |
| Figura 4.2. Estrategias didácticas en ciencias naturales en la IEM El Socorro   | 85  |
| Figura 4.3. Preferencia de los docentes por el tipo de práctica de campo  | 86  |
| Figura 4.4. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 1: ecosistemas  | 88  |
| Figura 4.5. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 2: ecosistemas  | 93  |
| Figura 4.6. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 3: ecosistemas  | 94  |



|   |     |
|---|-----|
| Figura 4.7. Comparación pruebas de entrada y salida,<br>pregunta 4: ecosistemas   | 95  |
| Figura 4.8. Comparación pruebas de entrada y salida,<br>pregunta 1: reproducción vegetal                                      | 97  |
| Figura 4.9. Comparación pruebas de entrada y salida,<br>pregunta 2: reproducción vegetal                                      | 98  |
| Figura 4.10. Comparación pruebas de entrada y salida,<br>pregunta 3: reproducción vegetal                                     | 99  |
| Figura 4.11. Comparación pruebas de entrada y salida,<br>pregunta 4: reproducción vegetal                                     | 100 |
| Figura 4.12. Fotografía de la práctica de campo en<br>el ecosistema Páramo Las Ovejas-Tauso en Pasto, Nariño                  | 103 |
| Figura 5.1. Resultados de la habilidad de uso comprensivo<br>del conocimiento científico                                      | 121 |
| Figura 5.2. Resultados de la habilidad de indagación  | 122 |
| Figura 5.3. Resultados de la habilidad de explicación de fenómenos  | 123 |
| Figura 5.4. Jardín Botánico Institucional-Semillero<br>de Investigación Fitoquímica   | 124 |
| Figura 5.5. Jardín Botánico Institucional-Semillero<br>de Investigación Fitoquímica   | 125 |
| Figura 6.1. Porcentaje de matriculados en 2017 por país en programas<br>universitarios en Matemáticas, Ciencias y Estadística | 148 |

## Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1.1. Principales especies de aves reportadas en poder<br>de los habitantes del corregimiento de Caño Viejo Palotal  | 8  |
| Tabla 1.2. Principales especies de reptiles reportados en<br>poder de los habitantes del corregimiento de Caño Viejo Palotal  | 9  |
| Tabla 1.3. Única especie de mamífero reportado en poder de<br>los habitantes del corregimiento de Caño Viejo Palotal  | 9  |
| Tabla 1.4. Principales filos reportados de mayor extracción<br>del medio natural y estado fenológico de captura. Compilación de datos                                 | 11 |
| Tabla 2.1. Descripción de los encuentros (docentes/estudiantes)<br>y su respectiva codificación   | 32 |
| Tabla 2.2. Concepciones de EA en los documentos institucionales   | 34 |
| Tabla 2.3. Conceptos sobre la minería seleccionados por<br>el grupo de docentes (ses 2) en los ámbitos sociopolítico,<br>científico-tecnológico-ambiental y económico | 39 |
| Tabla 2.4. Acciones concretas de pensamiento del MEN (2004)<br>propuestas por el GB de docentes que se relacionan<br>con el tema de la minería                        | 40 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 2.5. Formas de hacer accesible el tema de la minería a los estudiantes, según los docentes  | 42  |
| Tabla 2.6. Argumentos de los estudiantes sobre ventajas y desventajas de la minería en Colombia (ses 5)                                   | 44  |
| Tabla 3.1. Temas de la investigación dirigida escogidos por grupo   | 60  |
| Tabla 3.2. Frecuencia en los argumentos categoría de negociación social   | 63  |
| Tabla 3.3. Frecuencia en los argumentos, categoría de razonamiento científico   | 64  |
| Tabla 4.1. Preguntas referidas a los ecosistemas y reproducción vegetal   | 82  |
| Tabla 4.2. Secuencia de actividades con roles del docente y estudiante para facilitar la comprensión del concepto de ecosistemas          | 89  |
| Tabla 4.3. Secuencia de actividades con roles del docente y estudiante para facilitar la comprensión del concepto de reproducción vegetal | 90  |
| Tabla 5.1. Plantas medicinales de mayor uso entre los habitantes de la zona urbana de Planeta Rica (Córdoba)                              | 116 |
| Tabla 5.2. Plantas medicinales de la zona urbana de Planeta Rica (Córdoba) identificadas en el herbario nacional colombiano               | 119 |
| Tabla 6.1. Coherencia con las preguntas de la 1 a la 9  | 160 |
| Tabla 6.2. Coherencia con las preguntas de la 10 a la 14  | 161 |
| Tabla 6.3. Coherencia con las preguntas de la 15 a la 20  | 162 |
| Tabla 6.4. Coherencia con las preguntas de la 21 a la 25  | 163 |
| Tabla 6.5. Coherencia con las preguntas de la 26 a la 30  | 164 |
| Tabla 6.6. Categorización de la información recolectada: categoría 1  | 166 |
| Tabla 6.7. Categorización de la información recolectada: categoría 2  | 167 |
| Tabla 6.8. Categorización de la información recolectada: categoría 3  | 169 |
| Tabla 6.9. Categorización de la información recolectada: categoría 4  | 171 |
| Tabla 6.10. Categorización de la información recolectada: categoría 5   | 173 |





# Introducción

Adriana María Soto Zuluaga

Mariana Tafur Arciniegas

Antonio Ruiz Mendoza

## Antecedentes

En 2020, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en convenio con la Universidad de los Andes, la Universidad Autónoma de Bucaramanga y el Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico, da inicio al proyecto “La Investigación en la Escuela y el Maestro Investigador en Colombia”. Por medio del proyecto lanza la convocatoria dirigida a maestros y directivos docentes, con nombramiento en propiedad y que se desempeñen en establecimientos educativos oficiales del país, para presentar sus trabajos de investigación o reflexión pedagógica, con el fin de recibir apoyo en el proceso de publicación en revistas indexadas y en capítulos de libros.

El proyecto se lanza con el propósito de promover la excelencia docente mediante el reconocimiento del saber pedagógico y la investigación sobre la práctica que desarrollan los educadores en su desempeño profesional, todo ello apuntando al cuarto desafío estratégico del Plan Decenal de Educación 2016-2020 que gira en torno a la construcción de una política pública para la formación de educadores. Este plan tiene como uno de sus objetivos fomentar la investigación en educación y pedagogía y la formación investigativa en las instituciones formadoras de educadores y en los programas de licenciatura; esto, con la ayuda de estrategias como semilleros, grupos y redes de investigación, entre otros.

Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 busca “promover la excelencia docente, a través del reconocimiento del saber pedagógico y la investigación sobre la práctica”, con el apoyo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCTE1), mediante la divulgación del saber pedagógico y otras líneas de trabajo (p. 295). Con estas estrategias se busca reconocer los saberes de

los profesionales de la educación, generar nuevos conocimientos recurriendo a comunidades de aprendizaje y redes de intercambio de experiencias, así como visibilizar e incentivar buenas prácticas en el ejercicio docente que impacten directamente en la calidad de la educación.

El desarrollo del proyecto implicó que los docentes enviaran sus manuscritos, los cuales pasaron por un estricto proceso de revisión por pares evaluadores en las respectivas temáticas; de este ejercicio se seleccionaron 272 escritos que abarcaron todas las áreas de conocimiento escolar. Con los autores de estos manuscritos se hizo una capacitación denominada “Programa Profesional de Formación de Investigadores en Educación-Maestros que Investigan”, como un espacio de autoformación académico para la fundamentación y elaboración de un artículo de investigación.

Este espacio contó con tres etapas macro: (1) un curso en Moodle que se centró en fundamentar y reforzar el conocimiento teórico-práctico de los docentes sobre temas relacionados con la investigación educativa, (2) el acompañamiento a la escritura donde los maestros recibieron asesorías disciplinares y de redacción para mejorar aspectos de contenido y forma de los manuscritos, y (3) la publicación de artículos con el equipo de coordinadores y asesores del proyecto, quienes acompañaron a los maestros participantes que realizaron el ejercicio de categorizar en áreas de conocimiento y en temáticas de interés. Con este último paso se buscó seleccionar el medio más apropiado para la publicación de los manuscritos en diversas revistas de educación y capítulos de libros.

En este libro están contenidos aquellos manuscritos que abordan asuntos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, específicamente en lo que se refiere a la *alfabetización científica y medioambiental*. Se puede decir que, a partir de estas propuestas, puede generarse una importante discusión acerca del futuro de la educación en el país, de sus objetivos y de sus formas de enseñanza y evaluación. Asimismo, esta discusión puede ayudar a construir una idea informada y actual sobre cómo los profesores están llevando a cabo la alfabetización científica en el aula a partir del desarrollo de competencias que permitan a los estudiantes obtener, manejar, interpretar, compartir, analizar de manera crítica la información y, al mismo tiempo, tomar conciencia de las complejas relaciones entre los avances de la ciencia y la tecnología frente a los cambios e impactos de estos en la sociedad.

Este libro presenta una variedad de propuestas de investigación, lo que busca dar voz a docentes de diversas partes del país para visibilizar algunas transformaciones de aula a lo largo del territorio, sin pretender generalizar. De hecho, se busca socializar experiencias individuales y contextualizadas que pueden ofrecer buenas prácticas a pares con similares retos y preocupaciones. Para cerrar este apartado, se puede decir que estas publicaciones trazan el camino para proyectar la línea sobre los aportes de los maestros a la discusión actual sobre la investigación en el aula y, a su vez, abrir la discusión y reflexión sobre las temáticas y metodologías que predominan en la actividad investigativa de los docentes en esta área.

### **Aportes a la discusión sobre la investigación en la escuela**

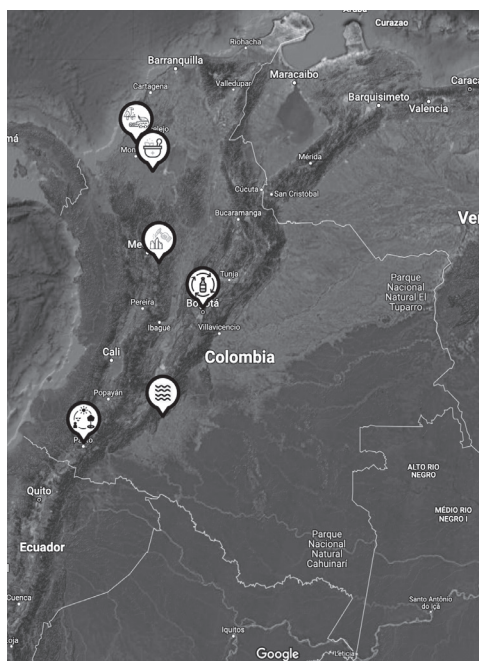
Este libro contiene seis capítulos que representan un abanico de posibilidades, aplicaciones e innovaciones sobre las comprensiones, perspectivas, técnicas y formas de investigar de los maestros en el área de las Ciencias Naturales. La primera parte del libro se enfoca en trabajos que abordan el cuidado y la protección del ambiente, la segunda da cuenta de estrategias de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en el aula, y la tercera se centra en la investigación formativa recurriendo a la participación de los estudiantes en programas de semilleros y proyectos que parten de las necesidades del contexto.

Aquí se pone de relieve la predominancia de investigaciones de tipo práctico aplicado, centradas en describir lo que sucede en el aula y los saberes que allí circulan, lo que repercute en el diseño de una apuesta didáctica de cara al mejoramiento de la enseñanza. En estos trabajos también se hace evidente un interés de los docentes por investigar sobre temáticas relacionadas con el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes tales como la indagación, el uso comprensivo del conocimiento científico y la explicación de fenómenos, habilidades argumentativas y de pensamiento crítico, habilidades y capacidades investigativas, habilidades metacognitivas, liderazgo y trabajo colaborativo, todo ello en función de responder a los actuales retos planteados a la educación como competencias claves para el estudiante del siglo XXI.

Es de resaltar que la mayoría de estos trabajos (5) se centra en metodologías de corte cualitativo descriptivo e interpretativo, enmarcados en diseños

fenomenológicos, teoría crítica, investigación-acción y el modelo de investigación dirigida. Uno de los estudios opta por el enfoque cuantitativo con un análisis estadístico multivariado por medio del método de componentes principales y otra de las investigaciones adopta un carácter mixto o multimodal que implicó un proceso de recolección, análisis y vinculación de informaciones cualitativa y cuantitativa. Aquí se constata que los maestros se aproximan a investigar sus prácticas desde diferentes ópticas, lo que a su vez exige un trabajo interdisciplinario en el que las perspectivas cualitativas, cuantitativas y la combinación de ambas están ancladas al estudio del fenómeno educativo y la generación de conocimiento.

Figura 1.1. Representación cartográfica de las investigaciones incluidas en el libro



Fuente: mapa de Colombia tomado y adaptado de Google Maps.

En estas investigaciones la población de estudio corresponde a estudiantes de básica secundaria de instituciones educativas ubicadas en zonas urbanas (5) y rurales (2) de diversos departamentos del país (véase la figura 1). Lo anterior demuestra una creciente preocupación de los docentes por mejorar la calidad educativa de los estudiantes de estos niveles y, con ello, la necesidad de subir los índices de los resultados en pruebas nacionales (Saber 11) e internacionales



(Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes, PISA) centradas en evaluar los Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Ciudadanas y, en el caso particular de estos trabajos, obtener resultados satisfactorios en el área de Ciencias Naturales que permitan interpretar si el aprendizaje va en concordancia con el desarrollo de dichas competencias.

Es importante mencionar que la mayoría de los manuscritos es el producto de los trabajos de grado de los maestros en su ejercicio de formación posgradual y solo dos de ellos surgen como el resultado de convocatorias de proyectos presentados ante el MINCTEI por parte de docentes y estudiantes dentro del Programa Ondas, que se centra en promover en niños y adolescentes el interés por la investigación. Cabe mencionar que los docentes, cuyos trabajos se derivan de estas convocatorias, realizan estudios de maestría y doctorado. En general, se puede decir que aquí se recoge parte de los frutos de las iniciativas del MINCTEI y del MEN por medio de la financiación de proyectos y programas de formación para docentes (maestrías y doctorados), que han tomado mayor fuerza en la última década, los cuales apuntan a que los profesores fortalezcan su campo de saber y mejoren sus prácticas mediante el desarrollo de propuestas innovadoras que logren transformar la educación.

Este libro recoge parte de esas experiencias y se convierte en una guía sobre las formas de investigar por parte de los maestros en el área de las Ciencias Naturales y su componente medioambiental, lo que se constituye en una oportunidad para reconocer procesos y tendencias pedagógicos que permiten dar cuenta de los caminos trazados por los maestros para ofrecer una educación desde métodos de aprendizaje dinamizadores que respondan a una alfabetización científica y medioambiental de acuerdo con las necesidades del contexto y los cambios del mundo actual, en consonancia con las habilidades que demandan las nuevas generaciones.

### **Alfabetización científica y medioambiental**

La alfabetización científica se ha convertido en elemento central de la educación del siglo XXI y se visualiza como el motor para la formación de ciudadanos

comprometidos. Esta alfabetización les permite participar responsable y críticamente en las decisiones que orientan la ciencia y la tecnología hacia el desarrollo sostenible (Merchán, 2018), lo cual hace imprescindible que los ciudadanos tengan conocimientos científicos. A la vez, alfabetizar en ciencias a las nuevas generaciones se muestra como una importante oportunidad para que las personas integren y apliquen habilidades que contribuyan a su capacidad de reflexión, así como al desarrollo de un esquema de pensamiento que les permita desenvolverse con mayor facilidad en la sociedad del conocimiento.

No obstante, existen diferentes perspectivas con respecto al objetivo que la alfabetización científica debería perseguir. Por ejemplo, Mejlgaard y Stares (2010) proponen que la alfabetización debe buscar la conjunción entre el desarrollo de saberes y habilidades para la comprensión de las ciencias, así como su uso activo en prácticas científicas y debates públicos. A esta visión se le conoce como ciudadanía científica. Por otra parte, Miller (1983) no incluye las prácticas científicas dentro de los objetivos de la alfabetización y considera que esta debe centrarse en la comprensión de la naturaleza, de los argumentos científicos y de los procesos de la ciencia, en búsqueda de una mejor comunicación entre el público y la comunidad científica. Otra perspectiva de la alfabetización, expuesta por Arons (1983), indica que esta debe centrarse en el desarrollo de conocimientos procedimentales que incluyen la comprensión tanto de los hechos como de su origen. Para Arons (1983), a pesar de que estos conocimientos son aplicables a la vida diaria, tienen su mayor valor en el enriquecimiento intelectual del estudiante.

De acuerdo con Laugksch (2000), independientemente de la perspectiva que se privilegie, la alfabetización científica supone importantes beneficios tanto sociales (a gran escala) como individuales (a pequeña escala). A gran escala, la alfabetización puede fomentar el desarrollo económico porque educa a una población más proclive a la innovación y al trabajo en equipo. Además, una comunidad alfabetizada tiende a apoyar más la ciencia y a tener percepciones realistas y aterrizadas con respecto a sus alcances y limitaciones.

Finalmente, la alfabetización fortalece el ejercicio de la democracia, puesto que una comunidad alfabetizada está en capacidad de debatir políticas públicas, participar en su construcción y asegurar la ejecución de prácticas científicas responsables orientadas al servicio de la comunidad. A pequeña escala, la

alfabetización científica permite la formación de individuos críticos, capaces de evaluar diferentes fuentes de información y emitir juicios informados luego de sopesar el asunto en cuestión. Por otra parte, las personas alfabetizadas parecen tener mayor aptitud para desenvolverse en la sociedad a la que se enfrentan, por lo que tienen más posibilidades de contar con éxito en los entornos laboral y social, disfrutar y enriquecerse con nuevo conocimiento, así como forjar un firme sentido de la ética y un robusto esquema de valores.

Resulta necesario y urgente, además, dotar a la alfabetización científica de un componente medioambiental. Teniendo en cuenta que Colombia es el segundo país más biodiverso del mundo, con 56 343 especies reportadas (Noreña *et al.*, 2018), esta biodiversidad ha sido crucial en el desarrollo económico del país y en la reducción de la pobreza (Ruiz-Agudelo, 2016). Sin embargo, varios factores comprometen la sostenibilidad de la biodiversidad colombiana: la acelerada transformación de ecosistemas, las actividades asociadas al conflicto armado y las escasas investigaciones sobre ecosistemas en regiones afectadas por el conflicto son algunos de ellos (Aldana-Domínguez *et al.*, 2017).

Es por esto por lo que resulta imperante ofrecer a las nuevas generaciones herramientas que les permitan desarrollar relaciones conscientes y sostenibles con el medioambiente y hacer frente a las cambiantes circunstancias de su entorno. Estas herramientas deben enfocarse en problemas ambientales predominantes en los ámbitos local, nacional y global, como el uso de la tierra, las relaciones entre humanos y especies silvestres y la disposición de desechos. Por ejemplo, la apertura de ecosistemas antes inexplorados, lograda gracias al Acuerdo de Paz de 2016, supone una gran oportunidad para involucrar a jóvenes estudiantes en investigaciones sobre la relación de sus comunidades con la fauna silvestre y la posible presencia de plantas que brinden nuevos beneficios a la población.

Además, este suceso realza la importancia de que los estudiantes se familiaricen con ecosistemas estratégicos cercanos a sus comunidades, con el fin de comprender su valor e involucrarse en su preservación, puesto que los nuevos territorios disponibles se encuentran en riesgo por ser de gran interés para la explotación económica por parte de diferentes industrias (McClanahan *et al.* 2019). Finalmente, la coyuntura hace conveniente que se invite a los jóvenes a explorar los impactos de estas industrias en la sostenibilidad ambiental. De esta forma, los colombianos del futuro estarían en capacidad de construir una

nueva cosmovisión que transforme su relación con el ambiente y les permita defender sus derechos y preservar los recursos públicos con mayor eficacia.

Lo anterior implica que las instituciones educativas efectúen transformaciones curriculares que se ajusten a las nuevas necesidades de las sociedades para la formación de ciudadanos activos y responsables, en consonancia con las habilidades y competencias que requieren los estudiantes del siglo XXI. Aquí resulta pieza clave el fomento de la colaboración entre instituciones educativas y el involucramiento de los docentes mediante discusiones con respecto a su responsabilidad como educadores.

### **Habilidades y capacidades de los estudiantes del siglo XXI y desafíos de los maestros**

En las últimas décadas, la humanidad ha experimentado cambios sin precedentes en diversos ámbitos derivados de la globalización como los avances en ciencia y tecnología, la complejidad y el alcance de nuevas enfermedades, y los problemas medioambientales, entre otros, generando nuevos desafíos a las personas y a las organizaciones que deben desenvolverse en escenarios cada vez más complejos, dinámicos e inciertos. De allí se deriva, como ideal de la escuela, que los estudiantes obtengan una serie de aprendizajes, habilidades y capacidades que les permitan desarrollar pensamiento crítico y reflexivo para responder a las exigencias de un entorno competitivo, global, tecnológico y en constante transformación. En este sentido, surge el concepto de competencias desde numerosas iniciativas nacionales e internacionales; hoy está presente en las organizaciones y en los sistemas de educación como un enfoque adecuado para formar y gestionar el capital humano (Contreras, 2011).

Con respecto al término competencia existe una gran cantidad de nociones y visiones desarrolladas; por ejemplo, el Diccionario de la lengua española define competencia como: “Aptitud o capacidad para llevar a cabo una tarea”, lo que implica que las competencias están relacionadas con las capacidades que las personas demuestran al realizar una actividad. Aquí entran en juego conocimientos teóricos y prácticos, destrezas, habilidades, relaciones sociales y de interacción, y autoaprendizaje, entre muchas otras capacidades que permiten alcanzar resultados de manera satisfactoria.

Por una parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por medio de la prueba realizada en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), sostiene que las competencias científicas hacen referencia a la habilidad que desarrollan las personas en su proceso de formación, lo que permite articular la ciencia con situaciones problemáticas de interés y, a su vez, reflexionar en forma crítica (OCDE, 2017). Se destaca de esta postura la relevancia que se le da a la necesidad de articular el contexto con el currículo escolar si se desea lograr que, efectivamente, los estudiantes desarrollen las competencias científicas.

Por otra parte, el MEN ofrece otra acepción de las competencias científicas presentándolas como el medio para favorecer el desarrollo del pensamiento científico. Por tanto, se permite la formación de personas responsables de sus actuaciones, críticas, reflexivas, que valoren la ciencia desde un enfoque holístico y acorde con las demandas del contexto (MEN, 2010). Resalta de esta definición que, de forma análoga al enunciado de la OCDE, se da protagonismo al vínculo que debe existir entre la escuela y el currículo para que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan desenvolverse óptimamente en las situaciones de aprendizaje que afrontan en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Lo anterior conlleva transformaciones educativas y curriculares que respondan a las necesidades de aprendizaje para el desarrollo de competencias que necesitan las nuevas generaciones en cuanto al saber científico y relaciones con la ciencia, como ciudadanos reflexivos (Tarrillo, 2021), así como la facultad de comprender y dar solución a las problemáticas y necesidades del contexto. Esto implica unos desafíos para la escuela y el educador del siglo XXI como agente clave del cambio, quien está llamado a prepararse o alfabetizarse de manera permanente en conocimientos científicos, técnicos y didácticos, además de reconocer los nuevos lenguajes y tecnologías emergentes (Vásquez, 2014) que respondan a las nuevas propuestas curriculares para los distintos niveles educativos. En este sentido, el desafío tiene que ver con el diseño de estrategias pedagógicas desde metodologías activas que destaquen al alumno como protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje, fortaleciendo sus competencias y habilidades para la vida.

Este reto invita a los maestros a potenciar la investigación en el aula a partir del entendimiento de que en la reflexión constante de su labor se encuentran

las respuestas a las problemáticas de la escuela y, con ello, la mejora de su propia práctica. Este ejercicio constante brinda a la vez elementos para que los docentes, como agentes del cambio, sean quienes propongan nuevos diseños curriculares para atender a los fines de la educación. Este empoderamiento del docente permite fortalecer la alfabetización científica y las habilidades del siglo XXI para la formación de ciudadanos con capacidad de adquirir y transformar sus conocimientos, al mismo tiempo que desarrollan sus capacidades de innovar y aplicar los conocimientos en la solución de problemas. Lo anterior implica que los profesores conviertan el aula en un laboratorio, se acostumbren a recolectar evidencias, a registrar y sistematizar lo que hacen, a seguirle la pista a un problema que surge desde su propia experiencia o conversaciones con otros colegas. Esto, aunque al principio pueda ser difícil, ayuda a consolidar estas iniciativas en proyectos o en artículos que se puedan compartir con las comunidades educativa y académica donde se generen aprendizajes compartidos que aporten a la realidad de las aulas y sirvan de guía para otros docentes.

Cabe destacar que los educadores del siglo XXI están convocados a constituir grupos de trabajo por medio de los cuales puedan relacionarse con otros colegas y así participar en redes de investigación regionales, nacionales o internacionales. Esta interacción les permite establecer diálogos, elaborar proyectos en común (Vásquez, 2014), generar nuevos conocimientos recurriendo a comunidades de aprendizaje y redes de intercambio de experiencias, así como visibilizar e incentivar buenas prácticas en el ejercicio docente que impacten directamente en la calidad de la educación.

### **Organización del libro**

El libro reúne seis proyectos de pequeña escala que buscan evaluar ventajas y desafíos asociados a diferentes estrategias de enseñanza y aplicación de competencias para la alfabetización científica y medioambiental.

Los estudios presentados, con variados alcances y enfoques, pueden servir como proyectos pioneros en el desarrollo de un sistema educativo que se ajuste a los requerimientos de nuestro contexto histórico tanto nacional como global. Con ellos se busca que cada vez más educadores se interesen por encontrar

mejores formas de preparar a sus estudiantes para convertirse en integrantes de la sociedad del conocimiento; así mismo, esta discusión puede ayudar a construir una idea informada y realista de los alcances y limitaciones de la alfabetización científica en diferentes regiones del país. A la vez, se espera que la alfabetización científica y medioambiental logre que los estudiantes desarrollen competencias que contribuyan a la construcción de una sociedad más democrática, con la voluntad y la capacidad de ser partícipes y veedores de la administración, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales.

El libro se ha estructurado en tres apartados: uno, relativo a aquellos capítulos que abordan trabajos centrados en el cuidado y conservación del ambiente; otro, relacionado con el diseño y puesta en marcha de estrategias didácticas en contexto; y, por último, un tercero con aquellos estudios que privilegian la investigación como estrategia de formación.

Los capítulos 1, 2 y 3 abordan temáticas medioambientales que se han planteado desde situaciones o problemas del contexto. En estos capítulos, de una u otra forma, se toman decisiones personales o sociales relacionadas con la conservación de la biodiversidad en cuanto a tenencia y uso cultural de fauna silvestre; la minería como situación ambiental y, a la vez, oportunidad para incluir la educación ambiental en el currículo escolar; y la biodegradación de empaques para alimentos como herramienta para el desarrollo de la competencia argumentativa científica.

Estas propuestas permiten reconocer la importancia de la educación ambiental en el currículo escolar, a partir del abordaje de problemáticas que demandan comprensiones holísticas que implican ser revisadas desde la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad. Además, se resalta el potencial de estas iniciativas como aporte en la intervención de problemáticas de las comunidades educativas con el entorno y, al mismo tiempo, el papel de la escuela en la formación de valores, actitudes y posturas críticas en pro del ambiente. Este potencial y el papel de la escuela promueven la comprensión de las interacciones hombre-sociedad-naturaleza para el entendimiento de las discusiones científicas y el manejo adecuado de los recursos naturales.

Los capítulos 4, 5 y 6 plantean la importancia de promover la investigación en el aula como herramienta para fomentar el desarrollo de habilidades y capacidades desde una cultura de la investigación con la articulación escuela y

comunidad. Se presenta una propuesta didáctica diseñada, ejecutada y evaluada en contexto y situaciones que pueden ser utilizados en el desarrollo de habilidades y competencias básicas en los estudiantes. Esta iniciativa hace uso del entorno que rodea a la institución educativa para el aprendizaje de conceptos relacionados con los ecosistemas, la biodiversidad local y la reproducción vegetal, por medio de la investigación y la práctica de campo en un contexto rural.

Se entiende aquí la práctica de campo como una estrategia que aporta para mejorar el aprendizaje de los conceptos de ciencia y, adicionalmente, moviliza actitudes y valores en relación con los problemas ambientales del territorio educativo donde se desarrolla la propuesta. Al mismo tiempo, estas prácticas de campo permiten que los estudiantes se aproximen al mundo de lo vivo, a la exploración de los entornos naturales, a la sensibilización ambiental por medio de la integración de varios conceptos de ciencia y, con ello, al desarrollo del pensamiento científico y sus habilidades investigativas.

También, desde una propuesta enfocada hacia el estudio sobre la flora medicinal nativa por medio del trabajo realizado en el interior de un semillero, se pretende que los estudiantes fortalezcan el desarrollo de habilidades tales como la explicación de fenómenos, el uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación, competencias claves que actualmente evalúa la prueba Saber para Ciencias Naturales. Por otro lado, se da cuenta de un estudio que promueve la investigación formativa como garante de una educación de calidad y los impactos de esta en el fortalecimiento de estrategias pedagógicas en la enseñanza-aprendizaje y con ello las transformaciones del currículo y sus planes de estudio.

En particular, las dos últimas investigaciones surgen en el marco del Programa Ondas de Colciencias que trabaja con las comunidades educativas (docentes y estudiantes) para llevar a cabo proyectos que respondan a las problemáticas del contexto, incentivando el desarrollo de actitudes y habilidades que permitan la inserción de los estudiantes en una cultura de ciencia, tecnología e innovación. Además, se puede decir que la participación en este tipo de iniciativas genera en los estudiantes amor por el quehacer de las ciencias, así como la apropiación y desarrollo de habilidades en el manejo de los lenguajes técnico y científico, todo esto sustentado en su formación como investigador.



## **Reflexiones para una mejor educación ambiental y científica**

A partir de los hallazgos, recomendaciones e implicaciones expuestas en los seis capítulos del libro, se consolidan las principales comprensiones de los docentes-investigadores y sus experiencias educativas. Vale la pena resaltar estas comprensiones, ya que pueden ser de utilidad para otros docentes que pretenden llevar a cabo o consolidar una propuesta de alfabetización científica y medioambiental en sus aulas e instituciones.

Como se comentó, tanto los estudiantes como los docentes tienen el desafío de ser ciudadanos activos y responsables en una sociedad que presenta retos educativos y medioambientales. El más relevante hallazgo de las investigaciones de este libro demuestra un proceso de empoderamiento y participación ciudadana de los implicados. Es el caso de los estudiantes, que después de participar en las actividades de aula propuestas por los docentes-investigadores, han demostrado desempeños como agentes de cambio y concientización ambiental que promueven los valores del cuidado de las especies y el territorio.

Esta toma de acción se logra gracias a la sensibilización, motivación y concientización alcanzadas por medio de la acción de la comunidad educativa, en especial de los profesores, que a pesar de las diversas dificultades han logrado guiar a estudiantes a ser críticos, reflexivos y a cuestionar problemáticas socio-científicas. Gracias a la exposición a las experiencias presentadas, los docentes han generado espacios de reflexión dialógica que promueven un pensamiento crítico que permite a los estudiantes y a ellos mismos analizar y socializar problemáticas de su entorno, de forma argumentada y responsable. Estas prácticas llevan a una acción proactiva de la comunidad, que empieza en el aula de clases y que se extiende a las familias y a la sociedad.

Para lograr este empoderamiento y la alfabetización científica de los estudiantes, los docentes-investigadores presentan tres elementos cruciales en la ejecución de prácticas efectivas para la alfabetización científica y medioambiental: el aprendizaje en contexto, el desarrollo de estrategias curriculares y la conexión de estas estrategias con la dimensión medioambiental. Como primera medida, los estudios presentados en este libro coinciden en la importancia del aprendizaje basado en problemáticas reales, relevantes en el contexto del estudiante, que le permiten dar sentido a lo que aprende. Así, los autores proponen

temáticas como las prácticas extractivas o la captura de especies silvestres en zonas donde estos temas son críticos. También, proponen prácticas que los estudiantes puedan llevar a cabo en las mismas instituciones educativas como son la disposición final de empaques o el cuidado de un jardín basado en flora medicinal cultivable en la zona. Incluso, el hecho de que los estudiantes asuman un rol de investigadores y constructores de conocimiento mediante la práctica los lleva a experiencias en contexto, reales, que les permiten dar sentido y conectar conceptos.

El segundo punto que resaltan los docentes-investigadores es la importancia de pensarse el currículo de forma estratégica. Es importante que iniciativas del Ministerio de Educación (MEN), como el programa Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) o el Programa Ondas, sean propuestas articuladas al currículo; esto permite que los docentes generen planes de estudio que incluyan elementos propuestos en los estándares básicos nacionales, a la vez que incorporan problemáticas relevantes propias del contexto de cada territorio, de cada comunidad. Por ejemplo, los autores resaltan temas clave como la educación rural, la biodiversidad de las zonas en las que se ubican las instituciones educativas, los arraigos culturales propios de la región, entre otros temas relevantes actuales y que le dan sentido a la formación en ciencias.

Proponer problemáticas reales hace que sean también complejas; esto lleva a la necesidad de abordarlas de forma transversal, interdisciplinar e integral, lo que implica que la comunidad educativa debe trabajar como equipo para diseñar propuestas que involucren varias áreas del conocimiento. Los autores comentan diversas estrategias para abordar este reto, como involucrar a la comunidad en los proyectos de aula, las salidas de campo, incluir diferentes actores como instituciones de investigación o de educación superior, y promover espacios de reflexión docente como los encuentros entre colegas, las jornadas pedagógicas o los espacios de trabajo entre docentes y directivos.

Estos espacios de encuentro participativo entre la comunidad, los diferentes actores de la institución y los estudiantes promueven un diálogo para pensarse el currículo de forma más flexible y conectada a las problemáticas ambientales de interés de los involucrados, siendo este el tercer punto que resaltan los docentes. La necesidad de flexibilización y conexión implica una coconstrucción del currículo alrededor de temas de educación ambiental (EA) que puede ser

institucionalmente articulada en programas como el PRAE u Ondas. Esta articulación permite que proyectos de educación ambiental sean parte central del plan de estudios y, por ende, minimizar riesgos como la sobrecarga extracurricular de docentes y estudiantes. La coconstrucción también ayuda a minimizar dificultades logísticas que pueden solventarse por medio del apoyo directivo o de la misma comunidad en la que se llevan a cabo los proyectos y que se ve beneficiada por las iniciativas.

Todos estos hallazgos y recomendaciones son una invitación para repensar el currículo y nuestra labor docente, dando a la educación ambiental la importancia que merece, a la vez que muestre lo útil que pueden resultar estas temáticas en el desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades investigativas —propias de un ciudadano alfabetizado científica y ambientalmente— tan necesarias en la sociedad del siglo XXI.

## Referencias

- Aldana-Domínguez, J., Montes, C., Martínez, M., Medina, N., Hahn, J., & Duque, M. (2017). Biodiversity and Ecosystem Services Knowledge in the Colombian Caribbean: Progress and Challenges. *Tropical Conservation Science*, 10, 1-41. <https://doi.org/10.1177/1940082917714229>
- Arons, A. B. (1983). Achieving Wider Scientific Literacy. *Daedalus*, 112(2), 91-122. <http://www.jstor.org/stable/20024855>
- Contreras, J. L. (2011). Formación de competencias: tendencias y desafíos en el siglo XXI. *Universitas*, (15), 109-138. <https://doi.org/10.17163/uni.n15.2011.04>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP] (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022*. <http://bit.ly/3V0A9Z8>
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84(1), 71-94. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<71::AID-SCE6>3.0.CO;2-C)
- McClanahan, B., Sánchez, T., & Brisman, A. (2019). Conflict, Environment and Transition: Colombia, Ecology and Tourism after Demobilisation. *International Journal for Crime, Justice and Social Democracy*, 8(3), 74-88. <https://doi.org/10.5204/ijcjsd.v8i3.1246>

- Mejlgaard, N., & Stares, S. (2010). Participation and Competence as Joint Components in a Cross-national Analysis of Scientific Citizenship. *Public Understanding of Science*, 19(5), 545-561. <https://doi.org/10.1177/0963662509335456>
- Merchán Galán, A. (2018). *Propuesta para promover la alfabetización científica de alumnos de 2do de ESO mediante actividades de Ciencia Tecnología y Sociedad* [tesis de maestría, Universidad Internacional de la Rioja]. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6716>
- Miller, J. D. (1983). Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review. *Daedalus*, 112(2), 29-48. <http://www.jstor.org/stable/20024852>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2010). *Programa para el desarrollo de competencias. Ministerio de Educación Nacional. Dirección de calidad de la educación preescolar, básica y media*. <https://goo.gl/rA1H1k>
- Noreña-P. A., González Muñoz, A., Mosquera-Rendón, J., Botero, K., & Cristancho, M. A. (2018). Colombia, An Unknown Genetic Diversity in the Era of Big Data. *BMC Genomics*, 19(8), 61-73. <https://doi.org/10.1186/s12864-018-5194-8>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE] (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el desarrollo: lectura, matemáticas y ciencias*. <https://goo.gl/ipCLq4>
- Ruiz-Agudelo, C. A. (2016). Biodiversidad y pobreza en Colombia: un análisis desde el enfoque institucional. *Ciudad paz-ando*, 9(2), 11-24. <https://doi.org/10.14483/udis-trital.jour.cpaz.2016.2.a01>
- Tarrillo Flores, M. Y. (2021). La indagación como estrategia para desarrollar competencias investigativas en Educación Inicial. *Journal of Latin American Science*, 5(1), 146-171. <https://doi.org/10.46785/lasjournal.v5i1.71>
- Vásquez Rodríguez, F. (2014). Entre desafíos y esperanzas. Perfil del docente de las próximas décadas. En P. E. Oviedo; L. H. Pastrana Armírola (editores) *Investigaciones y desafíos para la docencia del siglo XXI* (pp. 7-12). Editorial Kimpres. <http://bit.ly/3EvoR8e>

# **Capítulo 1. Evaluación participativa de la fauna silvestre en cautiverio: estrategia para la conservación de la biodiversidad en el marco de los ODS 4 y 15\***

Igor Peniche Villadiego  
Melisa Núñez De Larosa  
Alonso Agudelo Nisperuza

Esta investigación tiene como objetivo presentar la dinámica de tenencia y uso cultural de fauna silvestre por medio de la identificación de las especies capturadas, el posible aprovechamiento, así como la dinámica de su captura que adelantán los diferentes grupos poblacionales. En el estudio se plantea un enfoque entre lo cualitativo, con apoyo de lo cuantitativo, mediante la comprensión de las opiniones y motivación de la comunidad y el análisis de la información de las variables del estudio con la aplicación de encuestas por parte de los educandos a los núcleos familiares de la comunidad educativa.

El hallazgo más relevante de la investigación fue encontrar que en la totalidad de los grupos familiares encuestados existe una relación estrecha de uso y aprovechamiento de los recursos faunísticos que brinda el entorno, asociados a temas culturales. En este estudio los taxones con mayor demanda extractiva corresponden a las aves y los reptiles con 70.6 % y 28.6 %, respectivamente.

Con la participación de la comunidad educativa se generaron espacios de liderazgo en los educandos, alcanzando un proceso colaborativo que condujo a estos y a sus familias al reconocimiento de la biodiversidad de que disponen en su entorno, al desarrollo de sentido de pertenencia y a la formulación de propuestas encaminadas a generar posibles estrategias de protección y conservación desde su idiosincrasia. De igual manera, se fue construyendo una nueva cosmovisión cultural en cuanto a su relación con el entorno y se minimizaron las tensiones que se generan en el aprovechamiento de estos recursos.

\* Para citar este capítulo: <https://doi.org/10.22430/9789585122819.01>

## Introducción

La pérdida de biodiversidad ha generado gran preocupación en la comunidad científica durante las últimas décadas, es consecuencia de la intervención antrópica, avanza a un ritmo alarmante y afecta la estabilidad de los ecosistemas de los cuales hace parte. Por tanto, la conservación ambiental es un punto clave para ser abordado por los diferentes gobiernos y, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), buscar alternativas que permitan generar acciones que conlleven la protección, restablecimiento y sostenibilidad de los ecosistemas, detener por completo la pérdida de biodiversidad impactando directamente las comunidades humanas desde el punto de vista de la concienciación y promover el adecuado aprovechamiento de los recursos biológicos.

A través del tiempo el hombre ha encontrado en la naturaleza recursos valiosos de los cuales ha obtenido provecho y, en cierta medida, han sido valorados por él, en especial la vida silvestre; sin embargo, lo ha realizado de una manera no sustentable. A raíz de ello, se dio paso al surgimiento de la *biología de la conservación*, como ciencia, a finales de la década de los 70, lo cual en sus inicios pretendió mantener intactos los ecosistemas, una acción extrema si de conservación se habla, pues implicaría que no se puede modificar ningún componente de la biodiversidad. No obstante, el mismo tiempo ha demostrado que esta ideología de conservación es utópica y que la naturaleza interactúa con el humano desde siempre, por lo que mantener una ideología de separación entre ellos se convertiría en una acción desfavorable tanto para la sociedad humana como para el medio natural, como lo manifiestan Hernández-Silva *et al.* (2018).

Colombia, como uno de los países con mayor biodiversidad en el mundo, posee un alto potencial para el comercio de bienes y servicios provenientes de la vida silvestre a partir de estrategias de aprovechamiento sostenible. Dentro de estas estrategias se han desarrollado proyectos de cría o cultivo de especies en cautiverio que generan ingresos significativos para el país. Sin embargo, la sobreexplotación o aprovechamiento no sostenible de especies silvestres de fauna para el consumo doméstico o la comercialización tiene graves efectos sobre la biodiversidad, como la erosión genética, la reducción de los tamaños de poblaciones y la vulnerabilidad frente a procesos de extinción, de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El tráfico de fauna silvestre es uno de los negocios ilícitos más lucrativos y es permanentemente citado como el tercero en el contexto mundial, después del tráfico de drogas y de armas, según la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA, 2016). Corresponde a la venta o intercambio no legal de animales silvestres, de sus partes y derivados, realizados por personas. Esta actividad puede involucrar animales vivos o una gama diversa de productos necesarios o apreciados por los humanos, incluyendo pieles, ingredientes medicinales, curiosidades turísticas y productos alimenticios. La mayoría del comercio ilegal de vida silvestre probablemente se encuentre dentro de las fronteras nacionales, pero existe un gran volumen de vida silvestre en el comercio internacional (ROUTES Partnership, 2021).

Mancera y Reyes (2008) definen el comercio de especies —por ejemplo, los bienes derivados de la fauna silvestre colombiana— como el intercambio de bienes originados en estas, ya sea realizado directamente, bajo la forma de trueque o, indirectamente, por medio del dinero. A su vez, la expresión *fauna silvestre colombiana* es definida como el conjunto de especies de fauna de todos los taxones y ambientes, nativas o migratorias, cuyos origen y evolución se encuentran dentro del territorio nacional, que no han sido objeto de mejoramiento genético y que, en los niveles de especie o variedad, mantienen o mantuvieron al menos una población viable de existencia libre (no en cautiverio) en sus hábitats naturales, formando parte integral de procesos evolutivos y ecológicos.

De acuerdo con la Ley 611 de 2000, se denomina *fauna silvestre* al conjunto de organismos vivos de especies animales terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que no han sido objeto de domesticación; aquellas especies o variedades nativas que han sido modificadas genéticamente, que son cría regular o que han regresado a su estado salvaje. Estas especies provienen de la introducción voluntaria o involuntaria del agente humano y en la actualidad están presentes o establecidas en el país, excluyendo a los peces y demás especies que cumplen el ciclo total de vida dentro del agua. Los bienes o productos derivados de la fauna que se comercian incluyen especímenes vivos, sus partes o sus derivados: Contraloría General de la República (CGR, 2005).

Es importante resaltar que los lazos culturales y sociales de la comunidad hacia la fauna silvestre son evidentes y netamente marcados. Por tanto, requieren de una focalización y comprensión de los procesos de apropiación y trascendencia cultural a las generaciones futuras, y de la forma como percibe y

observa la comunidad estos aspectos. Espitia Martínez *et al.* (2015) establecen, por otro lado, que la educación ambiental se convierte en una herramienta para aminorar los impactos existentes sobre la fauna, convirtiéndose en un proceso educativo integral e interdisciplinario en el que, por medio de la generación de conocimientos valores, actitudes y habilidades, se contribuye en la toma de decisiones para alcanzar objetivos de conservación, protección del ambiente y desarrollo sostenible. Este proceso ayuda a incorporar, dentro de las actividades cotidianas, un manejo adecuado de los recursos naturales y la reducción de los daños ambientales. Entonces, la educación ambiental juega un papel decisivo para alcanzar los objetivos de la conservación, la protección del medioambiente y el desarrollo sostenible.

Así mismo, Mancera y Reyes (2008) proponen adoptar medidas y crear herramientas de sensibilización por medio de las que el ser humano pueda comprender la importancia de cuidar y preservar la fauna silvestre, entendiendo la implicación de este comercio en el equilibrio ecológico y su papel en el futuro del ambiente. En ese sentido, lo fundamental es crear mecanismos de participación que lo involucren y lo hagan sentir parte esencial del proceso, canalizando de la mejor manera el potencial que tiene para aportar al proyecto.

El corregimiento de Caño Viejo Palotal, ubicado en la ciudad de Montería, capital del departamento de Córdoba, es una región que cuenta con una variedad de especies silvestres que, al ser atrapadas, son obligadas a vivir en cautiverio por parte de la comunidad. Las capturas se dan por tradiciones ancestrales o por factores sociales como los bajos niveles de escolaridad en el núcleo familiar (que se convierte en agravante), la falta de fuentes de empleos formales para derivar recursos económicos que ayuden a una buena dieta alimentaria y que aumentan la presión sobre el recurso faunístico para la obtención de proteína, o los limitados recursos monetarios que aporten al sustento.

Es importante destacar que la identificación de dicha problemática sirve como línea base, en este caso en lo relativo a lo ambiental, siendo una fase determinante para poner en marcha cualquier tipo de proyecto en el que la participación de la comunidad involucrada o afectada juega un papel determinante. En ese sentido, lo fundamental es establecer mecanismos de participación que la involucren y la hagan sentir parte esencial del proceso, canalizando de la mejor manera el potencial que tiene para aportar al proyecto. En consecuencia,



este estudio pretende responder la pregunta: ¿De qué manera la evaluación participativa contribuye a la conservación de la biodiversidad y la sostenibilidad ambiental por medio del reconocimiento faunístico, dentro de los ODS 4 y 15?

## Metodología

Desde la perspectiva de Hernández-Sampieri *et al.* (2014), la investigación se considera un «conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema» (p. 4). En particular, este ejercicio se identificó con el enfoque cualitativo que permitió la evaluación participativa en relación con una situación ambiental que está latente en el contexto, como es la conservación de la fauna silvestre.

La investigación se realizó en la institución educativa de Caño Viejo Palotal, en el noroeste de Montería. La zona de estudio, específicamente, se encuentra a una distancia de 17 km de la cabecera municipal, margen izquierda del río Sinú. El corregimiento recibe su nombre del caño que es el antiguo cauce de dicho río. Cuenta con una superficie de 8258 ha y limita al norte con el municipio de Cereté, al este con Cereté y Garzones, al sur con Montería y Santa Lucía, y al oeste con Santa Lucía y Santa Clara (figura 1.1).

Figura 1.1. Ubicación del corregimiento de Caño Viejo Palotal, Montería



Fuente: Google Earth (<https://n9.cl/04dgx>)

## Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo descriptivo, ya que pretende demostrar, por medio de consultas y datos porcentuales, el estado en el que se encuentra un proceso o fenómeno determinado donde hay una participación comunitaria de los sujetos involucrados en el estudio. De acuerdo con Tamayo (2003), este tipo de investigación comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente.

### *Actividades metodológicas*

En cuanto al planteamiento del trabajo, este pretende confrontar a los educandos con su realidad ambiental, con el entorno y con la preocupación que causan sus prácticas ancestrales de aprovechamiento de los recursos naturales de que disponen. Finalmente, se desarrolló una propuesta participativa de discusión entre la comunidad educativa sobre los instrumentos adecuados para la recolección de la información en la que se plantean la encuestas como diálogo principal de diagnóstico para que los estudiantes y su núcleo familiar describan su relación con la fauna silvestre. Teniendo este aspecto como punto de partida, se organizó la información desde un planteamiento combinado con la predominancia de lo cualitativo y, en menor aspecto, lo cuantitativo, ya que resulta ser esencial en este proceso desde las relaciones socioambientales planteadas en este análisis.

Para la recolección de la información se contó con los estudiantes de los grados 6° a 11° de la Institución Educativa Caño Viejo Palotal. Para ello, se realizó un trabajo de campo y la aplicación de la técnica a su núcleo familiar, al que se le consultaba por información inherente a la investigación. Esta recolección de datos se llevó a cabo por parte de los educandos de la básica secundaria con seguimiento y acompañamiento de los estudiantes de la media vocacional, que son los jóvenes que participan por intermedio del Gaesca (Grupo ambiental escolar Caño Viejo Palotal) que lideran el PRAE y el servicio social comunitario de la institución, y apoyados por el grupo de la Universidad Santo Tomás del Centro de Atención Universitaria de Montería Praxis, Innovación y Sociedad.

Es de aclarar que no se tuvo en cuenta la información de otros miembros de la comunidad por la posibilidad de renuencia al pensar que serían denunciados a las autoridades ambientales y se les decomisara la fauna.

En lo que se refiere a la encuesta, esta es de carácter descriptivo-cuantitativo, ya que se contó con preguntas abiertas y cerradas. La herramienta permitió conocer el grado de afectación al medioambiente y a los recursos naturales, gracias a la detección y caracterización de la situación actual de las especies en poder del núcleo familiar del estudiante, de los potenciales usos y del grado de arraigo que tienen las familias de la comunidad con estas actividades de cautiverio y comercialización de la fauna en la zona.

Para el análisis de los datos recolectados en esta investigación se tuvieron en cuenta las respuestas obtenidas y los argumentos de quienes diligenciaron el instrumento. Inicialmente, para la captura y obtención de la información, se emplearon dos medios: uno electrónico, con un 50 %, mediante un formulario en Google Forms, generando un archivo de Excel (2013); el otro 50 %, en papel, debido a la dificultad de conectividad en algunos sectores del corregimiento; luego se pasó a la tabulación y el graficado para posterior análisis de la información.

### *Diseño estadístico*

Existen poblaciones de menos de 100 000 individuos a las cuales se les puede denominar poblaciones infinitas. Para el caso de este proyecto, a la muestra poblacional se le denomina población finita, ya que su tamaño, de manera más o menos exacta, se puede conocer con fórmulas específicas.

Según los datos más actualizados de proyección poblacional del DANE, el corregimiento cuenta con una población de 2499 habitantes y con 500 núcleos familiares.

### *Tamaño de la muestra*

Está determinado por una población base de 500 hogares. Para conocer el tamaño de la muestra, teniendo en cuenta que este es un diseño de muestreo aleatorio simple (MAS), se utilizó la siguiente expresión:

$$n = \frac{N Z^2 p . q}{2! (N-1) E^2 + Z^2 p . q} \quad [1]$$

Donde:

N = tamaño de la población

E = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Z = nivel de confianza

P = probabilidad de éxito o proporción esperada

Q = probabilidad de fracaso que es (1- P)

Ahora bien, nuestro interés es calcular el tamaño de una muestra para una población de estudiantes, con una confianza del 95 %, un margen de error de 0.05 y una proporción esperada de 0.5. Entonces, para una población de 500 unidades de análisis, se requiere una muestra de 218 hogares con lo cual se considera esta una muestra representativa, brindando mayor probabilidad de éxito en el estudio.

## Resultados

Para el desarrollo del proyecto se procedió con el análisis inicial de la encuesta aplicada por los alumnos a los diferentes núcleos familiares (hogares). Los análisis realizados permiten hacer una síntesis general de la situación problemática que conllevará la detección de la situación actual de las especies faunísticas en poder de las personas y las potencialidades de uso, así como las estrategias de captura y los principales ecosistemas donde esto sucede. (tabla 1.1).

**Tabla 1.1. Principales especies de aves reportadas en poder de los habitantes del corregimiento de Caño Viejo Palotal**

| Nombre vulgar         | Nombre científico              |
|-----------------------|--------------------------------|
| Guacharaca            | <i>Ortalis garrula</i>         |
| Torcaza               | <i>Patagioenas cayennensis</i> |
| Turrugulla            | <i>Columbina talpacoti</i>     |
| Perico                | <i>Brotogeris jugularis</i>    |
| Cotorra               | <i>Eupsittula pertinax</i>     |
| Loro                  | <i>Amazona ochrocephala</i>    |
| Guacamaya verde limón | <i>Ara ambigua</i>             |
| Guacamaya bandera     | <i>Ara macao</i>               |
| Pisingo               | <i>Dendrocygna autumnalis</i>  |
| Canario               | <i>Sicalis flaveola</i>        |
| Mochuelo              | <i>sporophila intermedia</i>   |
| Rosita                | <i>Sporophila ruficollis</i>   |

Fuente: elaboración propia.

El reconocimiento total del listado de las especies de fauna silvestre que se encuentran en poder de los grupos familiares del corregimiento de Caño Viejo Palotal (tabla 1.1, tabla 1.2 y tabla 1.3) refleja una familiaridad ancestral con este tipo de vínculo humano-animal. Partiendo de la premisa de que a la mayoría de los taxones identificados se les atribuye o asocia a un tipo de relación antrópica, es importante resaltar que muchas veces la comunidad los utiliza dependiendo del momento del año. Estas especies son de gran afinidad o arraigo histórico en cuanto al uso, ya sea de manera general para la comunidad o, muy específicamente, para los miembros que integran la familia y, de manera concreta, para individuos.

**Tabla 1.2. Principales especies de reptiles reportados en poder de los habitantes del corregimiento de Caño Viejo Palotal**

| Nombre vulgar | Nombre científico              |
|---------------|--------------------------------|
| Morrocoy      | <i>Geochelone carbonaria</i>   |
| Hicotea       | <i>Trachemys callirostris</i>  |
| Galápago      | <i>Kinosternon scorpioides</i> |
| Iguana        | <i>Iguana iguana</i>           |

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 1.3. Única especie de mamífero reportado en poder de los habitantes del corregimiento de Caño Viejo Palotal**

| Nombre vulgar | Nombre científico                                  |
|---------------|--|
| Caco          | <i>Hydrochoerus hydrochaeris</i><br><i>istmius</i> |

Fuente: elaboración propia.

Además, se pueden ver en la figura 1.2 y figura 1.3 ejemplos de especies de aves y de reptiles que es muy común encontrar en poder de la comunidad.



Figura 1.2. Pisingos (*Dendrocygna autumnalis*)



Fuente: fotografía de colección personal, 2021. Caño Viejo Palotal, Montería, Córdoba.

Figura 1.3. Morrocoy (*Geochelone carbonaria*)



Fuente: fotografía de colección personal, 2021. Caño Viejo Palotal, Montería, Córdoba

El proceso de investigación plantea inicialmente el interrogante: ¿Posee algún tipo de fauna silvestre en su lugar de residencia? La respuesta a este interrogante logró comprobar lo que hipotéticamente se pensaba: el 100 % de la población encuestada afirma tener en cautiverio especies faunísticas de la zona, lo que demuestra que este es un tema de arraigo cultural para la comunidad; de igual manera, deja gran preocupación, ya que se necesita replantear valores ambientales en la comunidad para minimizar este porcentaje y debe ser

la escuela la que jalone este proceso, por medio de una intervención directa a la comunidad educativa, con campañas de concientización.

Consecuentemente, de este 100 % se logró analizar e identificar que, entre los diferentes filos, la mayor demanda extractiva de los productos de vida silvestre se puede agrupar dependiendo de su interés o cultura; es así como podemos resaltar a las aves como las más afectadas con un porcentaje de 70.6 %. De igual manera, observamos que el segundo filo más capturado por los habitantes del corregimiento corresponde a los reptiles con un 28.4 %, mientras que en menor proporción se encuentran los mamíferos y, por último, se destaca que sobre los anfibios resulta ser nula la presión de captura (véase la tabla 1.4).

Bajo esta misma perspectiva se pudo detectar, mediante la encuesta en la que se consulta, el estado fenológico en el que se capturan los individuos o en el que fueron sustraídos del medio. Por ejemplo, se pudo establecer que el 60.5 % de las especies se capturan en estado adulto. Este valor resulta ser muy diciente, ya que representa la etapa de maduración de los animales en la que pueden continuar con su ciclo biológico y seguir generando nuevos individuos que continúen con poblaciones aceptables dentro del ecosistema. A continuación, tenemos el estado juvenil como el de mayor número de capturas con un 39.5 % de los datos analizados (tabla 1.4).

**Tabla 1.4. Principales filos reportados de mayor extracción del medio natural y estado fenológico de captura. Compilación de datos**

| Filo         | Fr*        | Fa** | %          | Estados fenológicos | Fr*        | Fa** | %          |
|--------------|------------|------|------------|---------------------|------------|------|------------|
| Aves         | 154        | 154  | 70.6       | Adultos             | 132        | 132  | 60.5       |
| Reptiles     | 63         | 216  | 28.4       | Juveniles           | 86         | 218  | 39.5       |
| Mamíferos    | 2          | 218  | 0,8        | Huevos              | 0          | 218  | 0          |
| Anfibios     | 0          | 218  | 0          | Otro                | 0          | 218  | 0          |
| <b>Total</b> | <b>218</b> |      | <b>100</b> | <b>Total</b>        | <b>218</b> |      | <b>100</b> |

\*Frecuencia relativa

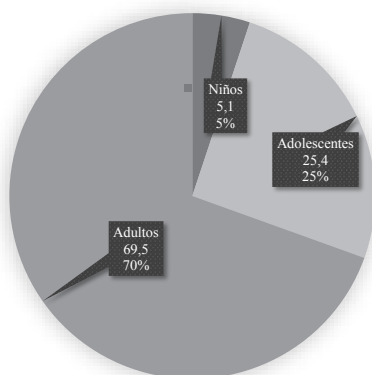
\*\*Frecuencia acumulada

Fuente: elaboración propia.

Uno de los interrogantes clave en el proceso investigativo se presentó al indagar por la subdivisión planteada a la población en la que preguntaba a los hogares acerca de cuál de los grupos poblacionales tenía mayor incidencia en la captura de las especies faunísticas del entorno. Como dato concluyente se puede notar que el que genera mayor presión es el de los adultos con un 69.5 %; este valor se mantiene en la lógica de los anteriores análisis sustentando el hecho de que resultan ser procesos ancestrales arraigados en la comunidad.

Algo preocupante es que, seguidas a estos, se encuentran las generaciones futuras (adolescentes con 25.4 % y niños con 5.1 %) que son nuestros educandos y que participan en procesos de educación ambiental desde los planes de área de las Ciencias Naturales y los PRAE. Este interrogante nos permite realizar un análisis retrospectivo del actuar de la escuela dentro de la comunidad en estudio referente al cambio de paradigma que deben tener las personas en su responsabilidad de inculcar valores de respeto, conservación y preservación de los recursos naturales del entorno ( figura 1.4).

Figura 1.4. **Grupo poblacional que genera las capturas**

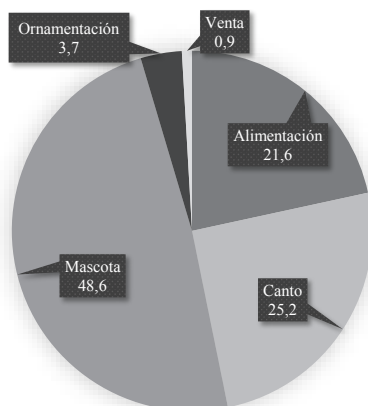


Fuente: elaboración propia.

Cuando a la comunidad investigada se le consultó por los usos que le dan a la fauna extraída del medio, el 48.7 % de los hogares expresó que lo hace para tener una mascota; el 25.2 % dijo que se capturan por su canto en lo que respecta al género de las aves; con un 21.8 % tenemos los que manifestaron que las capturas se originan por necesidades alimenticias. Como se muestra en la figura 1.5, los porcentajes de menor significación se presentan en la ornamentación y la venta.



Figura 1.5. Usos por los que se origina la captura



Fuente: elaboración propia.

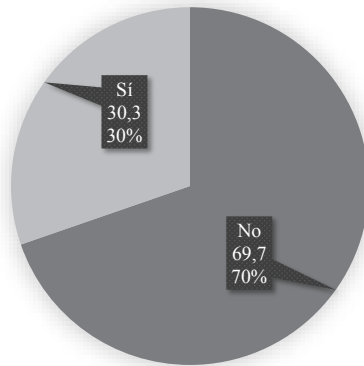
Bajo esta perspectiva, se puede decir que la institución educativa debe realizar un mayor esfuerzo de concientización. En este sentido, promover la formación de educandos transformadores de paradigmas ancestrales y generadores de procesos que aporten al desarrollo de su región. Esto ayuda a transformar esta triste realidad en una oportunidad de cambio hacia la conservación y preservación para encaminar al municipio y, en especial, al corregimiento hacia una zona de gran riqueza para observancia de fauna silvestre en estado natural y la posibilidad de un turismo sostenible.

Es notoria la utilización de la fauna silvestre dentro de la comunidad en la que no se discrimina el estado en que se captura, sin tener una visión de uso racional del recurso. En efecto, para el interrogante en el que se consulta por el estado de captura se encontró que los juveniles son los más capturados, con un 61 % del total, mientras que el 39 % restante corresponde a los adultos. Esto es preocupante para las especies en las que se presenta este hecho, ya que no se permite que los individuos lleguen a la madurez sexual y así puedan dejar una nueva generación que propicie variabilidad genética y evite la desaparición de las especies. De la misma manera, en lo que respecta a la diferenciación sexual en la población de individuos capturados, se pudo establecer que el 60 % corresponde a machos y el 40 % restante a hembras.

Como se muestra en la figura 1.6, de acuerdo con el ítem en el que se consultó a la población objetivo por el deseo o la posibilidad de donar a los animales que

se encuentran en su poder para que fueran sometidos a procesos de recuperación, adaptación y posterior liberación al medio natural, las familias fueron bastante dicientes en su respuesta, con el 69.7 %, que no estarían de acuerdo en la entrega voluntaria a la entidad ambiental para dichos procesos. Este valor está apoyado en el hecho expreso de que los habitantes que conforman la unidad familiar consideran al animal como un miembro más de ese núcleo. Pero no todo es negativo, ya que podemos ver que el 30.3 % de los habitantes aceptó el hecho de entregar la especie para que, después de ser rehabilitada, pudiera regresar al medio natural.

**Figura 1.6. ¿Estaría dispuesto a donar los animales en su posesión para su rehabilitación y posterior liberación por la autoridad ambiental?**



Fuente: elaboración propia.

Como punto álgido de la investigación en el que se consultó por el sitio de captura y la forma en que realizan esta actividad, es relevante resaltar que muchas veces se lleva a cabo en un humedal conocido como el Pantano de Orozco. En este humedal realizan quemas para la captura de las hicoteas, entre finales de febrero y marzo. Este aspecto cultural de caza conlleva una pérdida mayor de diversidad, ya que se queman otros especímenes de importancia biológica que no estaban dentro del objetivo de captura. Esta misma metodología la aplican, con menos intensidad, en otros espacios geográficos como la ciénaga y el caño, que se encuentran cerca a los asentamientos y pueden causar afectaciones a ellos mismos.

Es importante destacar que la identificación de dicha problemática sirve como línea base; en este caso en lo relativo a lo ambiental, siendo una fase

determinante para poner en marcha cualquier tipo de proyectos. Aquí, la participación de la comunidad involucrada juega un papel definitivo. En ese sentido lo fundamental es establecer mecanismos de participación que la hagan sentir parte esencial del proceso, canalizando de la mejor manera el potencial que ellos tienen para aportar al proyecto.

La promoción de la participación está alineada con la incorporación de los objetivos de la educación ambiental a los procesos investigativos de las instituciones educativas. Esta plantea que

El objetivo de la educación ambiental a largo plazo es contribuir a que los ciudadanos lleguen a estar informados en materia medioambiental y, sobre todo, preparados para trabajar, individual o colectivamente, por la consecución o mantenimiento de un equilibrio dinámico entre calidad de vida y calidad del medioambiente. (Artieda Apeztegia, 1999, cap.10, párr.9)

De acuerdo con el anterior postulado, la educación ambiental propende por que las instituciones educativas generen procesos investigativos dentro de los planteles. Lo anterior, con el fin de brindar información fidedigna de la situación problemática para poder enfocar una respuesta acertada ante el fenómeno, lo que se ratificó en la Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental de Tbilisi, Georgia, en 1977 (UNESCO, 1977).

Mediante el estudio se quiere profundizar en esta temática y, al mismo tiempo, generar conciencia de cambio en lo que respecta al potencial y aprovechamiento de los recursos faunísticos con la que se pueda equiparar una propuesta de uso racional sostenible y de preservación y conservación tanto de los ecosistemas que existen en el entorno como de las especies que en este se desarrollan.

## **Discusión**

Es necesario establecer la ubicación geoespacial de esta región: está entre las serranías de Abibe y San Jerónimo, donde se forma la planicie del valle del río Sinú. En especial, la región en estudio se encuentra atravesada por un caño en el que se forman varios espacios fisiográficos de interés, como ciénagas, zonas pantanosas y otros ecosistemas acuáticos. Estos espacios permiten formar

entre sí corredores de interconexión de gran biodiversidad y que, de igual manera, funcionan como sitios de refugio de muchas aves migratorias. Este aspecto resalta el porqué son estas zonas las de mayor arraigo cultural en lo que respecta a la captura y conservación como mascotas.

De la misma manera, en lo que respecta a un análisis sociodemográfico de la población en estudio, podemos identificar que presenta características comunes a las demás regiones costaneras. La mayor parte de su fuente de empleo se deriva de la mano de obra relacionada con actividades del sector primario como la ganadería y la agricultura y, en menor grado, con actividades de *pancooger* (recolección para satisfacer la necesidad alimenticia de la zona) que complementan con la explotación de recursos del medio como son la producción de carbón vegetal y el aprovechamiento faunístico. Esto coincide con lo encontrado por otros autores que plantean que la extracción de fauna silvestre se puede relacionar con el acceso a productos comerciales, aspecto que tiene que ver con factores tales como facilidad de acceso a zonas de extracción e ingresos económicos, sin dejar de lado la oferta y aceptación que la fauna tenga en el lugar analizado (De la Ossa y De la Ossa-Lacayo, 2011). La fauna silvestre cobra mayor importancia en la dieta de poblaciones marginadas rurales, llegando a cubrir un elevado porcentaje de los requerimientos de proteína, como sucede con algunos grupos indígenas y colonos (Ojasti, 1993).

Otros autores presentan planteamientos similares, dejando entrever que los asentamientos humanos que habitan zonas rurales de la región neotropical basan su subsistencia y bienestar en la captura de fauna silvestre con diversos fines. Son representativos los usos alimenticios, medicinales, artesanales, mágicos, comerciales y recreativos (Bedoya-Gaitán, 2000; Redford y Robinson, 1987; Redford y Robinson, 1991). Es entonces cuando se concluye que los patrones de uso de la fauna silvestre dependen directamente de las características de los grupos humanos, las cuales «se relacionan con la disponibilidad relativa ante otros recursos y al contexto sociopolítico y simbólico regional» (Baptiste *et al.*, 2002, p. 308).

Para nuestra investigación en la que se consulta por el hecho de si la población objetivo tiene en su poder fauna silvestre, la respuesta es contundente y esperada para el aspecto cultural e idiosincrático en el que el 100 % de ella posee este tipo de animales. De la misma manera, lo dejan entrever De la Ossa y De la Ossa-Lacayo (2011) en su estudio en el que explican textualmente que la extracción de la fauna silvestre hace que la cacería sea una alternativa viable

de subsistencia; esto, además del aspecto cultural, la facilidad de acceso a la captura durante algunas épocas del año, la ausencia de producción pecuaria alternativa y doméstica menor, el bajo ingreso económico y la marginalidad.

En nuestro análisis del panorama encontrado en la región de Caño Viejo Paltotal, podemos observar que la situación se presenta de manera similar a como ocurre en el resto del país y América Latina, como lo exponen los autores De la Ossa y De la Ossa-Lacayo (2011), que identifican comportamientos equivalentes. En la región, la posesión de la fauna resulta de vital importancia social; es así como muchas especies de reptiles, aves y mamíferos mantienen una estrecha relación con la economía de estos grupos humanos. Una parte de la producción es destinada al consumo y otra se usa como bien de cambio, como lo resaltan algunos autores (Ojasti, 1993; Aquino *et al.*, 2001; Peres, 2001; Monroy-Vilchis *et al.*, 2008). Es de gran importancia la obtención de carne para consumo o venta, la cual es significativa y abarca a todos los taxones en este estudio. Es, además, coincidente para la región, como lo demuestran estudios previos.

Lo que se logró establecer en nuestro estudio es fiel reflejo de lo hallado por autores como Antía y Gómez (2010) que presentaron un estudio para detallar lo que ocurría en Puerto Carreño, donde valoraron las principales especies de fauna silvestre afectadas. En este estudio reportan usos para 39 especies de vertebrados silvestres de la zona (18 mamíferos, 13 aves, 5 reptiles y 3 peces). De tal forma, los usos de la fauna silvestre en Puerto Carreño pueden clasificarse en 5 tipos: caza para consumo, medicina, brujería/afrodisiaco, mascota y comercio. De estos usos, la tenencia como mascota (33 especies afectadas) y la caza para consumo (12 especies afectadas) son los que presentan mayor número de reportes. Les siguen: comercio (11 especies afectadas), medicina (6 especies afectadas) y brujería/afrodisiaco (2 especies afectadas). De la misma manera, en nuestro estudio se destaca el hecho de que el mayor registro de captura está representado en la tenencia para mascotas con el 48.7 % de los hogares encuestados.

En esta investigación se logra constatar la misma relevancia que nos presentan De la Ossa y De la Ossa-Lacayo (2011). Los autores resaltan que la cacería de aves para alimentación, mascotas y venta de crías es relativamente mayor, como también se demostró en este estudio: entre los diferentes taxones la mayor demanda extractiva de los productos de vida silvestre es por las aves, con un porcentaje de 70.6 %. Lo anterior se puede deber a que estas poseen características especiales de mayor atención como el canto, siendo este uno de los

principales aspectos de captura, seguido de los vistosos plumajes y, por último, como suministro de proteína alimenticia para la dieta.

La problemática planteada en nuestro estudio no conoce de fronteras, idiomas o religiones, pero sí tiene relevancia cultural en el hecho de que esta misma situación problemática se identificó en la propuesta de investigación planteada por De Alió (2000). Según la autora, en Venezuela hay una marcada tendencia a tener animales silvestres como mascotas, fenómeno que se explica en una actitud de indiferencia frente a la importancia de esta fauna por parte de la población local. Las principales especies registradas por De Alió muestran que los loros (*Amazona spp.*) y las tortugas (*Podocnemis spp.* y *Geochelone sp.*) son los más afectados por la tenencia, lo que coincide con esta investigación. No obstante, sí se presenta una mayor tendencia a tener primates como mascotas. Los anteriores patrones son importantes si se tiene en cuenta la similitud cultural e influencia de Venezuela sobre el área geográfica en la que se realizó este estudio (Caño Viejo Palotal).

Por su parte, los datos sobre tenencia de fauna silvestre en Ecuador coinciden en que los loros y las tortugas son los animales más afectados, con lo cual también converge Drews (2000) al afirmar que en Costa Rica uno de cada cuatro hogares posee mascotas silvestres, principalmente loros y pericos. Este mismo aspecto se registró en el estudio e indica que la mayor captura y aprovechamiento de fauna están en el sector de las aves y que, de igual manera, registra a los pericos, cotorras y loros como los de más índice de capturas coincidiendo con lo reportado para países fronterizos como Venezuela y Ecuador. Es también relevante el hecho de que las tortugas hicotreas también presenten datos importantes en la captura, en especial para la época de Semana Santa cuando se incrementa el consumo. De igual manera, se presenta gran número de individuos capturados del llamado vulgarmente morrocoy que es utilizado como mascota en los patios de las viviendas.

Un aspecto que destaca este estudio frente a otros es que no había un análisis previo que evaluara la importancia de segmentar a la población con el objetivo de identificar y estudiar las implicaciones de acuerdo con los rangos poblacionales que participan de esta actividad, así como su valoración en el aspecto de transferencia de costumbres y técnicas de captura que puedan ser transmitidas de generación a generación. Además, el enfoque de segmentación que provee este estudio es relevante, ya que permite identificar, al momento

de plantear la intervención, la pertinencia de actuar en los grupos de jóvenes porque es posible cambiar ciertos paradigmas culturales para que se reafirmen en estas etapas de la vida. Este análisis nos permite visualizar, como un aspecto relevante, el papel de la familia en el cambio de paradigma para inculcar valores de respeto, conservación y preservación de los recursos naturales del entorno para su futura supervivencia.

Lo expuesto también se concatena con lo planteado a la comunidad acerca de la posibilidad de que los especímenes en su poder puedan ser donados. Con este acto se propone que las especies reciban el cuidado necesario por medio de la institución educativa o de los educandos en una entidad con experiencia y posibilidades de realizar dicho trabajo como es la Corporación Autónoma de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS). Sin embargo, la comunidad expresó de manera categórica (el 69.7 %) que no tiene la intención de donar los animales en su poder porque los valoran como otro integrante de la familia; aunque vale la pena resaltar que el 30.3 % planteó, en alguna medida, la posibilidad de donar estos individuos con el fin de iniciar el proceso de rehabilitación para su posterior liberación.

## **Conclusiones**

El hecho más relevante es la realización —por primera vez— de un estudio participativo, en el que se integró a la Institución Educativa Caño Viejo Palotal, sobre la apropiación cultural de la fauna silvestre por parte de la comunidad como estrategia de conservación de la biodiversidad y resignificación del PRAE institucional. En este se logró denotar la relación estrecha de uso y aprovechamiento de los recursos faunísticos que brinda el entorno, asociado a temas culturales.

Al momento de involucrar a la comunidad educativa y generar espacios de liderazgo en los educandos, se pudo alcanzar un proceso participativo que llevó a estos y a sus familias al reconocimiento de la biodiversidad de que disponen en su entorno, al desarrollo de sentido de pertenencia y a que se planteen por ellos mismos posibles estrategias de protección y conservación desde su idiosincrasia. De igual manera, permitió ir construyendo una nueva cosmovisión cultural en su relación con el entorno y minimizar las tensiones que se generan en el aprovechamiento de estos.

Esta investigación permitió explorar, por primera vez, una propuesta de carácter participativo entre escuela y comunidad en torno al manejo de la vida silvestre y la problemática del cautiverio en el corregimiento de Caño Viejo Palotal, municipio de Montería. Se logró identificar que los grupos faunísticos más afectados por la problemática son las aves, seguidas por los reptiles y, por último, los mamíferos. El estudio también permitió conocer el estado actual de las especies en cautiverio.

Se destaca en el estudio que el mayor porcentaje de responsabilidad extractiva de los recursos faunísticos del corregimiento de Caño Viejo Palotal recae en la población adulta, seguida, en menor proporción, por los jóvenes y niños. Estos resultados muestran un hecho de alto impacto sobre el relevo generacional y las conductas de la población juvenil en torno a la problemática de cautiverio de especies. Es importante saber que esta población se encuentra dentro de nuestra escuela y hereda, por tanto, las prácticas culturales de las personas mayores.

El reconocimiento es primordial para lograr un avance significativo en la valoración de las potencialidades de nuestro país. Se motiva a replicar esta propuesta en los diversos establecimientos educativos de territorio nacional, en lugares donde exista un alto potencial ambiental y en el que se generen tensiones entre ecosistema-sociedad desde el punto de vista cultural. Asimismo, es indispensable que, por medio del apoyo de entes gubernamentales y no gubernamentales, se generen sinergias con la puesta en marcha y resignificación de la estrategia PRAE en el abordaje, mediante procesos investigativos que desarrollen competencias y habilidades de los educandos.

Este reconocimiento de las potencialidades del país permite dar cumplimiento al objetivo 4 de los ODS, en el que se propone una educación inclusiva, de calidad y que promueva oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Este apoyo se puede lograr con un liderazgo de la escuela, los docentes y la comunidad educativa, en torno a las problemáticas ambientales de la región, que sirva de línea base para la toma de acciones de mejora e intervención comunitaria, como se planteó en este proyecto.

## **Recomendaciones**

A partir de esta investigación es posible identificar la importancia de establecer vínculos estratégicos con profesionales ligados a organizaciones involucradas



con el tema del cautiverio de especies: centros de investigación, autoridades ambientales, universidades, centros de enseñanza, asociaciones y otros organismos públicos y privados que permitan fomentar la participación de la comunidad educativa en la resolución de problemáticas ambientales. Estas actividades científicas, relacionadas directamente con la investigación, conservación, educación y sensibilización en temáticas como la abordada en este estudio, conllevan el reconocimiento de los recursos faunísticos propios, su adecuado manejo, aprovechamiento y las consecuencias legales de la intervención inadecuada de la vida silvestre.

Asimismo, sería apropiado establecer estrategias pedagógicas que permitan garantizar de manera efectiva la apropiación del PRAE institucional. Estas estrategias pueden integrarse al currículo y, en especial, al área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental para que el impacto sea significativo en la comunidad educativa. La inclusión de estas estrategias promoverá que, en el relevo generacional, la práctica inadecuada de manejo de la vida silvestre se vea reducida, así como su impacto en los ecosistemas, teniendo a los ODS 4 y 15 como eje central de transformación. Por esta razón, se sugiere hacer seguimiento continuo de los avances que surjan de la planeación de actividades pedagógicas y estrategias que contribuyan a la disminución del cautiverio de vida silvestre en corregimientos como Caño Viejo Palotal y la sensibilización de la comunidad educativa.

Contribuir al fortalecimiento de otros PRAE de la región, el departamento y el país promueve que sea mínimo el impacto negativo de la intervención antrópica sobre los recursos faunísticos. Esto se logra mediante la socialización de proyectos como este en diferentes escenarios educativos, como un llamado de atención con el fin de garantizar que la problemática del cautiverio de vida silvestre sea abordada de forma conjunta, y así se procure que la relación del hombre con los ecosistemas se realice de manera sostenible.

## Referencias

- Antía, D. C., y Gómez, J. R. (2010). Aproximación al uso y tráfico de fauna silvestre en Puerto Carreño, Vichada, Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 14(26), 63-94. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/ambienteydesarrollo/article/view/1094>

- Aquino, R., Pacheco, T., y Vásquez, M. (2001). Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología* 14(2), 187-192. <https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1730>
- Artieda Apeztegia, G. (1999). Educación ambiental: cuestiones básicas. *Lurralde Investigación y Espacio*, 22, 279-298. <http://www.ingeba.org/lurralde/index.htm>
- Baptiste, L. G., Polanco, R., Hernández, S., y Quiceno, M. P. (2002). Fauna silvestre de Colombia: historia económica y social de un proceso de marginalización. En A. Ulloa (editor), *Rostros culturales de la fauna. Las relaciones entre los humanos y los animales en el contexto colombiano* (pp. 295-340). Instituto Colombiano de Antropología e Historia.
- Bedoya-Gaitán, M. (2000). Cacería y conservación de fauna en la comunidad indígena Ticuna de Buenos Aires (Amazonas, Colombia). En F. Nassar-Montoya; R. Crane (editores), *Actitudes hacia la fauna en Latinoamérica* (pp. 177-188). Humane Society International/ Humane Society Press/Centro de Primatología Araguatos.
- Contraloría General de la República. (2005). Comercio de bienes derivados de la vida silvestre. En N. J. Mancera; O. Reyes (editores) *Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2004-2005* (pp. 111-213). Contraloría General de la República.
- De Alió, L. (2000). El uso de la fauna silvestre como mascota en Venezuela. En F. Nassar-Montoya; R. Crane (editores), *Actitudes hacia la fauna en Latinoamérica* (pp. 129-136). Humane Society International/Humane Society Press/Centro de Primatología Araguatos.
- De La Ossa, V. J., y De La Ossa-Lacayo, A. (2011). Cacería de subsistencia en San Marcos, Sucre, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 3(2), 213-224. <https://doi.org/10.24188/recia.v3.n2.2011.367>
- Drews, C. (2000). Caracterización general de la tenencia de animales silvestres como mascota en Costa Rica. En F. Nassar-Montoya; R. Crane (editores), *Actitudes hacia la fauna en Latinoamérica* (pp. 45-55). Humane Society International/Humane Society Press/Centro de Primatología Araguatos.
- Espitia Martínez, E., Toro Julio, L. P., Aponte Moreno, L., y Toro Restrepo, B. (2015). Educación ambiental para la conservación de la fauna vertebrada en Norcasia- Samaná (Caldas). *Bio-grafía*, 636-650. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia636.650>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª edición). McGraw-Hill.
- Hernández-Silva, D. A., Pulido Silva, M. T., Zuria, I., Gallina Tessaro, S. A., y Sánchez-Rojas, G. (2018). El manejo como herramienta para la conservación y aprovechamiento de la fauna silvestre: acceso a la sustentabilidad en México. *Acta universitaria*, 28(4), 31-41. <https://doi.org/10.15174/au.2018.2171>

- Ley 611 de 2000. [Ministerio de Medio Ambiente]. Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática. 17 de agosto de 2000. D. O. 44164
- Mancera Rodríguez, N. J., y Reyes García, O. (2008). Comercio de fauna silvestre en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61(2), 4618-4645. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24790/>
- Monroy-Vilchis, O., Cabrera, L., Suarez, P., Zarco-González, M.M., Rodríguez-Soto, C., y Urios, V. (2008) Uso tradicional de vertebrados silvestres en la Sierra Nacghititla, México. *Interciencia*, 33(4), 308-313. <http://hdl.handle.net/10045/22697>
- Ojasti, J. (1993). *Utilización de la fauna silvestre en América Latina: situación y perspectiva para un manejo sostenible*. <https://www.fao.org/3/t0750s/t0750s00.htm>
- Peres, C. A. (2000). Effects of Subsistence Hunting on Vertebrate Community Structure in Amazonian Forests. *Conservation Biology*, 14(1), 240-253. <https://www.jstor.org/stable/2641923>
- Redford, K., y Robinson, J. (1987). The Game of Choice: Patterns of Indian and Colonist Hunting in the Neotropics. *American Anthropologist*, 89(3), 650-667. <https://doi.org/10.1525/aa.1987.89.3.02a00070>
- Redford, K., y Robinson, J. (1991). Subsistence and Commercial Uses of Wildlife in Latin América. In J. Robinson; K. Redford (editores), *Neotropical wildlife use and conservation* (6-23). University of Chicago Press.
- ROUTES Partnership. (2021) Taking Off: wildlife trafficking in the Latin America and Caribbean region. Traffic. <https://www.traffic.org/publications/reports/taking-off/>
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2016). *Control al tráfico y tenencia ilegal de fauna silvestre*. Bogotá, Colombia. <http://bit.ly/3Oy91yn>
- Tamayo Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4ª edición). Editorial Limusa.
- UNESCO. (1977). *Conferencia Intergubernamental sobre Educación Ambiental*. <http://bit.ly/3tZAIX2>



## **Capítulo 2. La minería como situación ambiental: una oportunidad para incluir la educación ambiental al currículo escolar\***

Diana María Ramírez Carvajal

El escrito presenta los hallazgos derivados de una investigación-acción educativa que se realizó con docentes y estudiantes de la Institución Educativa María Josefa Marulanda del municipio de La Ceja del Tambo, Antioquia, en relación con tres categorías de análisis. La primera obedece a la inclusión de la dimensión ambiental en documentos institucionales y la concepción de educación ambiental (EA) de los docentes, la segunda hace alusión a los conocimientos disciplinar y curricular del docente y la tercera se refiere a la comprensión del tema de la minería en Colombia por parte de los estudiantes. Algunos hallazgos de la investigación indican que el currículo integrado es una vía que permite modificar, de manera sustancial, la forma cómo se lleva el conocimiento al aula; además, la inclusión de la dimensión ambiental al currículo escolar es esencial para dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, en consonancia con los desafíos ambientales.

\* Para citar este capítulo: <https://doi.org/10.22430/9789585122819.02>

## Introducción

El modelo económico dominante y la concepción del planeta Tierra como abastecedor de recursos naturales ponen en tela de juicio el principio de sustentabilidad. Este concepto se entiende como un desarrollo viable, desde la perspectiva ambiental, que permite distribuir mejor las riquezas naturales para satisfacer las necesidades básicas de todos los habitantes del planeta (Maya, 1995). Además, no se desconoce que el modelo capitalista imperante y globalizado, que depende en gran medida del desarrollo científico y tecnológico, «ha favorecido la proliferación de dramáticos llamamientos que pretenden concienciarnos sobre la gravedad de nuestro proceso de colisión con la naturaleza» (Bermejo *et al.*, 2010, p. 13).

Desde esta perspectiva, los problemas ambientales se deben a la cosificación de la naturaleza, es decir, a que el hombre moderno, inmerso en un mundo tecnológico, se ha separado de la naturaleza, viéndose a sí mismo como un observador externo que manipula los elementos naturales que constituyen el sistema planetario. Así, el impacto de las actividades humanas en los sistemas naturales y en la relación con lo otro y con los otros, como lo desarrollan Capra y Sempau (1998) en *La trama de la vida*, ha movilizó la preocupación de diversos sectores. Evidencia de esto es la emergencia del derecho ambiental internacional de la mano de Haeckel, a finales del siglo XIX, y gracias al cual se puede hablar hoy del derecho ambiental moderno (Sandoval Trigo, 2011) que nace en 1972 en los Estados Unidos como respuesta a las preocupaciones ambientales globales sobre el deterioro ambiental, el crecimiento demográfico y su impacto en la humanidad.

Innumerables debates internacionales se desarrollan sobre la situación ambiental, entre los cuales se destaca la Declaración de Estocolmo (1972). Esta conferencia titulada «Ambiente humano y desarrollo», realizada por las Naciones Unidas, advierte sobre las consecuencias ambientales que traen consigo la extracción acelerada de recursos naturales y las actividades antrópicas relacionadas con la minería. Algunos de los impactos ambientales que produce la minería están asociados a la contaminación de fuentes de agua por drenaje de ácidos provenientes de esa práctica y la filtración de residuos de petróleo. Así mismo, se destacan la contaminación del agua por mercurio y la pérdida de la cobertura vegetal, ejemplos de problemáticas ambientales que han llevado a desestabilizar la biósfera.

Al analizar esta actividad extractiva en el panorama nacional y revisar los reportes del Ministerio de Industria y Turismo (2018), Colombia no queda

excluida de los intereses de grandes poderes económicos extranjeros y se abre la posibilidad de que el país realice diversos tratados de libre comercio. Precisamente, uno de los principales aportes con que cuenta la economía nacional para estos tratados es la extracción de recursos por medio de la minería. Esta es vista como una actividad económica significativa, ya que «se consolida en el sector empresarial colombiano y es fundamental para el desarrollo del país» según lo afirma el Ministerio de Minas y Energía (MME, 2016, p. 17).

Aunque la actividad minera en Colombia ha ocupado un renglón importante en el contexto económico, cabe resaltar que existen otros actores que ejercen esta actividad de manera ilegal. De acuerdo con Pardo (2014), la ilegalidad minera tiene muchos matices. Según el Gobierno nacional, se da por parte de grupos armados que obtienen ganancias cobrando vacunas a medianos productores y operan en diversas zonas, sin ningún control estatal.

Atendiendo a lo anterior, la minería puede ser considerada como una cuestión ambiental relevante que, según reportes del Ministerio de Minas y Energía, en las últimas décadas ha sido foco de atención para Colombia debido a los «altos niveles de ilegalidad y/o informalidad en la actividad minera que operan sin títulos mineros y sin licencia ambiental» (MME, 2016, p. 13). Este panorama pone de manifiesto que esta práctica extractiva, bien sea legal o ilegal, tiene efectos secundarios devastadores en el ambiente, la salud humana, los derechos humanos, la estabilidad de los pueblos mineros, la calidad de vida de las personas, las políticas del Estado, el orden público de las regiones y el equilibrio ambiental de los ecosistemas acuáticos y terrestres, entre otros (Gallego y González, 2015; Román *et al.*, 2018).

En el caso del departamento de Antioquia, la minería de oro, carbón y materiales de construcción representa una importante actividad económica. Aunque se reconoce que el sector minero posee focos de ilegalidad en algunas regiones de este departamento, los ingresos que representa son altos. En la subregión del Oriente antioqueño, la actividad extractiva se concentra principalmente en materiales de construcción como arena, arcilla y caolín. A pesar de que el incremento en la extracción de dichos materiales representa buenas ganancias económicas para la región, Villa Posada y Franco Sepúlveda (2012) señalan que, actualmente, «se infiere una creciente actividad de la minería informal, la cual en la actualidad constituye una gran parte del escenario de la evolución extractiva en el oriente de Antioquia» (p. 98).

En adición a esto, según el reportaje de Flórez (2012) para la Asociación de Emisoras en Red de Antioquia (Asenred), se indica que la minería va a pasos agigantados hacia esta región de Antioquia. Aunque el Oriente antioqueño no es minero, o por lo menos eso es lo que repiten sus habitantes aludiendo que las actividades económicas se limitan a la agricultura, la ganadería y los empleos que generan las industrias asentadas en el altiplano; lo que ellos no saben es que casi todo el territorio —los 23 municipios— está solicitado para explotación minera según la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare, 2015).

Entre los municipios que poseen solicitud de extracción de arena y grava se encuentra La Ceja del Tambo (Villa Posada y Franco Sepúlveda, 2012). Según cifras de la Gobernación de Antioquia (2015), en La Ceja se otorgaron tres títulos mineros de los 193 concedidos hasta el momento en la región. Estas cifras indican que el Oriente antioqueño y cualquier otra región del país no están exentas de la explotación minera. Aunque no se puede desconocer que la actividad minera es vista como una fuente de progreso debido a que representa altos ingresos económicos para el país, esta actividad no se ve de igual forma bajo el lente del desarrollo sostenible.

En este punto surgen cuestionamientos como: ¿Puede Colombia alcanzar un desarrollo sostenible por medio de la minería sin desconocer los problemas que acarrearán la extracción ilícita y sus fuertes impactos ambientales?, ¿qué se puede hacer desde la educación ante un escenario ambiental tan complejo? Esta realidad es preocupante y ante ella la educación no puede quedarse al margen; se hace necesario que la humanidad tenga una nueva conciencia acerca de la relación con el planeta y esto demanda un esfuerzo por avanzar a formas de pensamiento complejo. Esta concepción de complejidad debe ser entendida como «la cantidad extrema de interacciones e interferencias entre un número muy grande de unidades» (Morin, 2004, p. 12).

En este sentido, las múltiples interacciones entre lo social, lo económico y lo ambiental hacen del fenómeno minero una situación compleja y un asunto sociocientífico para tratar en el aula de clase. Así que, para entender este fenómeno es necesario que dichas interacciones sean puestas en consideración en las instituciones educativas para que puedan ser discutidas, entendidas y analizadas mediante la educación ambiental (EA), incluida de manera transversal



en el currículo escolar. Al pensar en EA se abre un panorama que hace posible la construcción de espacios auténticos de aprendizaje, donde la contextualización de problemas de índole regional en el currículo escolar sea la regla y no la excepción. Aunque, en el contexto nacional basta con dar una mirada sobre la forma en que las instituciones educativas diseñan sus currículos para comprobar que, en la mayoría de estos, existen fronteras disciplinares divididas en clases de 45 minutos, como si los problemas del mundo se pensarán de manera fraccionada (Torres, 1996). Así que, la educación en sus niveles básicos no trabaja en pro de entender problemas sociales y ambientales debido a que existen barreras físicas y disciplinares, lo que se convierte en un reto enorme para la EA.

Precisamente, la inclusión de un tema tan crucial como la minería en el ámbito educativo lo hace un asunto sociocientífico que reconoce que la extracción de minerales pone en riesgo el medioambiente y es necesario analizar la naturaleza de los conocimientos científico y tecnológico como parte de una construcción social y, como tal, es susceptible de ser modificada (Hodson, 2003). Para esto, se requiere avanzar en propuestas de un currículo integrado que, como lo señala Torres (2012), se define como la integración de los argumentos epistemológicos y metodológicos relacionados con la estructura básica de las disciplinas, que busca mayores cuotas de interdisciplinariedad para comprender las relaciones sociales, económicas, políticas y ambientales por medio de tópicos vertebradores, en este caso la minería como actividad extractiva. Así, al reconocer la importancia de la EA y su inclusión en el currículo escolar, analizando situaciones ambientales complejas del contexto regional, se permite reconsiderar el papel del docente como un agente que propone cambios profundos en la estructura educativa, mediante la exploración de problemas del contexto que facilitan la evolución de un docente transmisor de conocimiento hacia un docente investigador (Stenhouse, 1984).

Para dilucidar cómo incluir la dimensión ambiental al currículo escolar, se realizó un estudio bajo la metodología de la investigación-acción educativa. Este contó con la participación de ocho docentes de diversas disciplinas pertenecientes a la Institución Educativa María Josefa Marulanda ubicada en el municipio de La Ceja del Tambo, del departamento de Antioquia. Allí, se vio la necesidad de abordar el tema de la minería como un renglón económico que viene tomando fuerza en el Oriente antioqueño y que tiene efectos adversos para los

ecosistemas, mediante una propuesta de diseñar un plan de aula para estudiantes del grado 8. ° de la educación básica secundaria que abordara esta temática como pretexto pedagógico para incluir la EA en el currículo.

Algunos de los hallazgos más relevantes de la investigación apuntan hacia la consolidación de equipos de trabajo interdisciplinarios entre docentes que faciliten el diálogo de saberes y la flexibilización curricular, la elaboración de un plan de aula que aborde la minería como situación ambiental relevante del contexto nacional, y que represente un material pedagógico autóctono construido por los docentes, y la creación de propuestas evaluativas conjuntas que permitan hacer visibles los aprendizajes y los argumentos de los estudiantes con respecto al tópico de la minería.

De acuerdo con lo planteado anteriormente, se propone la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo incluir la EA en el currículo escolar mediante el abordaje de la situación ambiental de la minería?

Particularmente, este artículo expone una parte de los resultados obtenidos en el proceso de investigación<sup>1</sup> y su aplicación con estudiantes del grado 8. ° de la Institución Educativa María Josefa Marulanda del municipio de La Ceja, Antioquia; dichos resultados se relacionan con los siguientes objetivos de la investigación:

### **Objetivo general**

- Describir cómo se incluye la educación ambiental al currículo escolar mediante el abordaje de la situación ambiental de la minería.

### **Objetivos específicos**

- Identificar en los documentos institucionales los elementos conceptuales asociados a la EA, así como el significado de esta educación para los docentes de la institución educativa.
- Describir los aportes de los docentes para abordar, desde sus conocimientos disciplinar y curricular, la situación ambiental de la minería.

<sup>1</sup> El archivo completo se encuentra en el repositorio de la Universidad de Antioquia: <http://hdl.handle.net/10495/15000>

- Identificar la apropiación conceptual de los estudiantes del grado 8.º sobre el tema de la minería.

## Metodología

Esta investigación se inscribe en el paradigma constructivista (Creswell, 2013), desde el cual se busca entender el mundo en el que viven y trabajan los participantes para discutir, interactuar y construir significados de la situación. La perspectiva teórica para esta investigación es la teoría crítica descrita por Guba y Lincoln (2002) como una manera de transformar las estructuras «sociales, políticas y culturales, económicas, étnicas y de género, y es de carácter emancipatorio» (p. 127).

Asimismo, la investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo, como lo expresan Taylor y Bogdan (1996), desde donde se propicia la obtención de información precisa de la práctica, describiendo en detalle la intencionalidad de las palabras expresadas por las personas y permitiendo inferir datos acerca de las acciones que realizan. La metodología es la investigación-acción educativa que permite la interpretación de «lo que ocurre desde el punto de vista de quienes actúan e interactúan en la situación problema, por ejemplo, profesores, alumnos, directivos, etc.» (Elliot, 2000, p. 24).

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa María Josefa Marulanda del municipio de La Ceja del Tambo, Antioquia, con un grupo base de ocho docentes pertenecientes a diversas asignaturas, quienes realizaron aportes para la comprensión del fenómeno de la minería visto como una temática del contexto que permite incluir la EA en el currículo escolar. Como fase posterior en el proceso de investigación y con la necesidad de integrar áreas del conocimiento debido a la emergencia sanitaria de covid-19, se implementó un plan de aula con los estudiantes del grado 8.º por medio de la virtualidad, diseñado por algunos de los docentes, con el que se abordó la minería en Colombia desde diversos saberes disciplinares con el propósito de integrar la dimensión ambiental al currículo escolar. En la tabla 2.1 se hace una breve descripción de los encuentros realizados con el grupo de docentes y estudiantes, ambos con sus códigos de identificación:

Tabla 2.1. Descripción de los encuentros (docentes/estudiantes) y su respectiva codificación

| Encuentro                          | Descripción   | Codificación de los participantes   |
|------------------------------------|---|---|
| Sesión 1 (ses 1)<br>(11/01/2019)   | Introducción al tema de la minería en Colombia: se identificaron los elementos conceptuales de cada asignatura que se relacionan con la dimensión ambiental y las principales concepciones de los docentes sobre la EA. | Docente de Ciencias Sociales 1: DCS1<br><br>Docente de Ciencias Sociales 2: DCS2<br><br>Docente de Inglés: DI<br><br>Docente de Química: DQ |
| Sesión 2 (ses 2)<br>(30/03/2019)   | Identificación de los conceptos clave en torno al tópico de la minería en Colombia desde el saber específico de cada docente.   | Docente de Lengua Castellana: DLC<br><br>Docente de Ética y Valores: DEV  |
| Sesión 3 (ses 3)<br>(6/04/2019)    | Identificación de aspectos relevantes en cuanto a los conocimientos disciplinar y curricular de los docentes, lo que permitió la elaboración de un plan de aula que aborda la minería desde diversos saberes.           | Docente de Ciencias Naturales: DCN<br><br>Docente de Economía y Política: DEP   |
| Sesión 4 (ses 4)<br>(4-15/05/2020) | Lectura y análisis de la información contenida en el plan de aula por parte de los estudiantes del grado 8.º.   | Grupo Base: GB<br>Estudiante 1: E1<br>Estudiante 2: E2<br>Estudiante 3: E4<br>Estudiante 4: E4<br>Estudiante 5: E5                          |
| Sesión 5 (ses 5)<br>(25/05/2020)   | Socialización de los aprendizajes de los estudiantes mediante la exposición verbal de sus argumentos y reflexiones sobre el tema de la minería en Colombia (clases virtuales por la plataforma Zoom.us).                |   |

Fuente: elaboración propia.

Los datos de la presente investigación se recogieron por medio de grupos de discusión (GD); estos se caracterizan por generar una conversación acerca de un tema que es guiado por un moderador en un espacio y tiempo determinados (Huertas Barros y Vigier Moreno, 2010). Para facilitar la recolección de la información se utilizaron documentos escritos por los docentes participantes, lectura de los documentos institucionales y su posterior análisis, grabaciones

de audio (docentes), grabaciones de las clases por Zoom.us (estudiantes) con su respectiva transcripción. El GD fue orientado por una serie de preguntas informativas, especificadas en el análisis, las cuales se enfocaron en tres categorías apriorísticas: (1) Inclusión de la EA en documentos oficiales y concepciones de EA en los docentes, (2) Conocimientos curricular y disciplinar de los docentes en relación con la minería y (3) Comprensión de la situación ambiental de la minería por parte de los estudiantes.

Para que la investigación cumpliera con todos los parámetros éticos establecidos se firmaron los consentimientos informados por parte de los participantes; esto, con el fin de hacer uso de los registros y de los datos obtenidos solo con fines investigativos y de los cuales los participantes tuvieron su respectiva devolución. La recolección de la información se realizó por medio del análisis de documentos institucionales, documentos escritos y grabaciones en audio (docentes) y de clase (estudiantes), con su respectiva transcripción.

El análisis de la información se realizó mediante la observación del contenido que obedece a un conjunto de procedimientos que buscan interpretar las comunicaciones bien sean orales, escritas o gráficas de los participantes (Piñuel Raigada, 2002). En el caso de la primera categoría, con respecto a los documentos institucionales, se seleccionaron algunos fragmentos que daban cuenta de la concepción ambiental (Sauvé, 2004) a la cual hacían referencia; esto, con el fin de verificar si la dimensión ambiental estaba incluida en dichos documentos. Además, estas concepciones fueron contrastadas con las posturas de los docentes acerca de la EA.

Para las categorías 2 y 3 se comenzó por la selección de los códigos abiertos agrupados en una tabla de Excel y diferenciados por colores, donde cada color representaba una idea importante para una determinada categoría. En los códigos abiertos «los datos se descomponen en partes discretas, se examinan minuciosamente y se comparan en busca de similitudes y diferencias con las categorías» (Strauss y Corbin, 2002, p. 114). Para realizar la triangulación entre estamentos, referentes teóricos y técnicas, se agruparon los fragmentos más representativos expresados por los docentes y los estudiantes que dieron cuenta de cada categoría, y se contrastaron con la literatura rastreada a fin de encontrar relaciones entre esta y los hallazgos de la investigación.

## Resultados y discusión

### *Categoría 1. Inclusión de la EA en documentos oficiales y concepciones de la EA en los docentes*

Ante la pregunta: ¿Cuáles concepciones relativas a la EA se encuentran en los documentos institucionales y cuáles son las concepciones sobre EA que, desde su conocimiento disciplinar, tiene como docente?, los docentes realizaron una síntesis de cómo se incluye la dimensión ambiental en los documentos institucionales, a la luz de las corrientes/concepciones ambientales propuestas por Sauvé (2004). Así, esta categoría busca hacer un contraste entre la concepción de EA que tienen docentes y dichos documentos. A continuación, en la tabla 2.2 se presenta una síntesis de documentos como lineamientos curriculares (MEN, 1998), Política Nacional de EA (MAVDT y MEN, 2003), Estándares Básicos en Competencias (MEN, 2004) y los DBA o derechos básicos de aprendizaje (MEN, 2016) en los que se busca identificar elementos conceptuales, si los tienen, que dan cuenta de la concepción que poseen sobre EA.

Tabla 2.2. **Concepciones de EA en los documentos institucionales**

| Documentos institucionales                             |                                  | Concepción ambiental                      |                                 |                           |
|--|----------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------|
| Lineamientos curriculares en Ciencias Naturales (1998) | Desarrollo sostenible            |   |                                 |                           |
| Política Nacional de EA (2002)                         | Desarrollo sostenible            | Solución de problemas                     |                                 |                           |
| Estándares básicos en competencias (2004)              | Holística (Ciencias Naturales)   | Desarrollo sostenible (Ciencias Sociales) | Lengua Castellana (no presenta) | Matemáticas (no presenta) |
| DBA (2016)   | Ciencias Naturales (no presenta) | Lenguaje (no presenta)                    | Matemáticas (no presenta)       |                           |

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los lineamientos curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, presentan una postura clara referente a la importancia de

incluir, de manera transversal, la dimensión ambiental al ámbito escolar desde el desarrollo humano sostenible:

La escuela, en cuanto sistema social y democrático, debe educar para que los individuos y las colectividades comprendan la naturaleza compleja del ambiente, resultante de la interacción de sus aspectos biológicos, físicos, químicos, sociales, económicos y culturales; construyan valores y actitudes positivas para el mejoramiento de las interacciones hombre-sociedad-naturaleza, para un manejo adecuado de los recursos naturales y para que desarrollen las competencias básicas para resolver problemas ambientales. (MEN, 1998, p. 22)

La comprensión profunda sobre la relación del hombre con el sistema natural (la Tierra), vista como una construcción biológica viviente, es necesaria para poder trascender como humanidad hacia un nivel de respeto por el planeta (Lovelock, 1983), lo que implicaría que los humanos tomaríamos conciencia de la necesidad de vivir en un equilibrio ecológico. Evidencia de la urgencia de hacer algo por conservar los sistemas naturales son el rápido deterioro ambiental y el cambio climático causado por los sistemas tecnocientíficos impulsados por intereses capitalistas (Sandoval Trigo, 2011).

Para tomar conciencia, se hace necesario que la humanidad avance hacia una cultura ambiental sostenible, impulsada por los colegios y universidades de cara a una educación para el desarrollo sostenible (Harpe y Thomas, 2009), y esto se logra si la escuela avanza hacia modelos de educación basados en procesos de integración e interdisciplinariedad en busca de la comprensión de situaciones ambientales de contextos regional y nacional. Así, para avanzar en términos del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación básica y media, se requiere de un enfoque ambiental holístico (Sauvé, 2004) que permita comprender la complejidad ambiental actual. Al respecto, los lineamientos señalan que

Los problemas ambientales son complejos; su abordaje, en consecuencia, debe hacerse desde la perspectiva de múltiples disciplinas, estos problemas deben tratarse no solo desde la biología, la química, la física o la ecología, sino también desde la ética, la economía, la política, la historia, la geografía..., intentando

siempre construir marcos de referencia integrales, producto de la hibridación entre las ciencias. (MEN, 1998, p. 30)

Para identificar las concepciones que tienen los profesores sobre la EA, se analizaron las conversaciones y opiniones del grupo de discusión y se encontró que algunas ideas se relacionan con la corriente del desarrollo sostenible (Sauvé, 2004). Este concepto es visto como una vía para satisfacer las necesidades actuales sin poner en riesgo la supervivencia de las futuras generaciones y, para ello, se requiere incursionar en procesos educativos que faciliten la incorporación de la conciencia ambiental y conlleven procesos de sostenibilidad ecológica, social, cultural y económica (Cortese, 2003).

Aquí se presentan algunos aportes realizados por el grupo de docentes participantes en la investigación, acerca de lo que significa para ellos el desarrollo sostenible. El DI (ses 1) expresó que «en relación con el desarrollo sostenible es un eufemismo ya que vamos a explotar la Tierra y existe poca conciencia ambiental»; para el DQ (ses 1) «es una estrategia económica para que el mundo siga desarrollándose, como lo hace actualmente, en los ámbitos tecnológico y económico y pasar por encima de lo que sea para generar un capital enorme».

Vemos, en las posturas expresadas por los docentes, lo que piensan acerca del desarrollo sostenible. Para ellos es un concepto utilizado como pretexto para seguir explotando los recursos naturales y solo importa el beneficio económico a corto plazo (Peña y Bravo, 2002 y Gallopín, 2003). Lo anterior tiene relación con lo expresado por Leff (2002) acerca de que el desarrollo sostenible se define como una crisis económica, social y ambiental debido a un proceso gradual de modernización. Así, la concepción de este no es la más apropiada para trabajar la situación ambiental de la minería en Colombia; además, los docentes consideran que no es pertinente para tratar el tema por su carácter economicista.

En relación con la Política Nacional de EA, que busca regular las acciones que se llevan a cabo en torno al medioambiente, allí se retoman artículos de la Constitución que mencionan los derechos ambientales y las funciones de autoridades como la Procuraduría y la Contraloría, las cuales deben velar por la protección del ambiente, de acuerdo con el Sistema Nacional Ambiental (SINA, 2002). Lo anterior se produce en el marco del Plan Nacional del Desarrollo



Ambiental que se enfocó hacia el desarrollo sostenible humano como una alternativa que busca, a largo plazo, impactar en la concientización y participación de la comunidad en torno al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Por otro lado, la Política Nacional de EA (SINA, 2002) también ha estado permeada por un enfoque investigativo, el cual implica ver el ambiente desde una reflexión integradora que conlleve la resolución de problemas. Esta idea va en concordancia con lo planteado por Sauvé (2004) sobre la concepci3n resolutoria, la cual se centra en el estudio, la compresi3n y la investigaci3n de problemáticas ambientales y su abordaje en la escuela.

Siguiendo con la idea anterior, algunos docentes plantearon una concepci3n de EA relacionada con la resoluci3n de problemas. Para el DCS 1 (ses 1) «se puede analizar el impacto negativo de la minería y sus consecuencias ambientales» y el DCS 2 (ses 1) «es hora de salvar el medioambiente, es una tarea de todos; queremos una minería responsable». Se observa que ambas afirmaciones presentan una visi3n de EA como un problema por solucionar, el cual denota preocupaci3n entre los profesores debido al desequilibrio ambiental generado por la actividad minera. Lo anterior tiene relaci3n con lo hallado en los antecedentes acerca de que lo ambiental debe enfocarse a problemas prácticos de la vida real (Stevenson, 2007) y la EA tiene potencialidad para trabajar en torno a resoluci3n de problemas por medio de proyectos escolares (SINA, 2002).

En relaci3n con los Estándares Básicos en Competencias (MEN, 2004) concebidos como un parámetro que indica a los docentes qué es lo que los estudiantes deben saber para alcanzar el nivel de calidad educativa esperado, se revela que los t3picos llevados al aula de clase deben incluir la epistemología de las ciencias, el abordaje de problemáticas, el conocimiento del entorno y la construcci3n de comunidad científica; esto, con el fin de comprender, de manera integral, ciertas situaciones ambientales complejas (Leff, 2002). Aunque los estándares en Ciencias Naturales no contemplan la dimensi3n ambiental directamente, exponen que «conviene que la formaci3n en ciencias en la educaci3n básica y media contemple el abordaje de problemas que demandan comprensiones holísticas como la pobreza, la contaminaci3n ambiental, la violencia, etc.» (MEN, 2004, p. 103).

Según la idea anterior, proponer una formación holística puede responder, en parte, a las demandas actuales de renovar los procesos educativos debido a la urgencia que existe por comprender las problemáticas complejas que afronta la sociedad. Esto está en coherencia con lo expuesto por Sauvé (2004) acerca de que «la corriente holística corresponde a una concepci3n de EA referida a la totalidad de cada ser, de cada realidad y a la red de relaciones que une los seres entre ellos» (p. 10). Cabe resaltar que los docentes no mencionaron la concepci3n holística como relevante para abordar la minería, incluso el DCS I (ses 1) expres3 que «es una concepci3n muy amplia que no se ajusta al PEI de la instituci3n».

Por su parte, en la búsqueda de aspectos relacionados con la EA en los derechos básicos de aprendizaje (MEN, 2016) de las áreas de Matemáticas, Lengua Castellana y Ciencias Naturales, no se comprobaron elementos conceptuales asociados a algunas de las nociones propuestas por Sauvé (2004). Lo anterior deja ver que la EA es un aspecto relegado de los intereses y de las prioridades formativas que presentan las directrices oficiales del Gobierno nacional, debido a que se le da más fuerza a la formaci3n de conceptos y habilidades específicos de cada área que sirvan de insumo para el buen desempeño de los estudiantes en pruebas estandarizadas (Torres, 2012) que a cuestiones asociadas a la EA. Esto demuestra que no existe una evidente conexi3n directa entre el conocimiento escolar y las problemáticas ambientales locales o nacionales (Torres, 1996).

Finalmente, este ejercicio investigativo permiti3 observar que los profesores tienen diferentes concepciones de EA de acuerdo con sus experiencias y saberes personales sobre el tema, lo que pone de manifiesto que la dimensi3n ambiental es amplia, polifacética y cambia de enfoque dependiendo del interés, el conocimiento y la compresi3n de la dimensi3n ambiental por parte del docente (Sauvé, 2004).

### *Categoría 2. Conocimientos curriculares y disciplinares de los docentes en relaci3n con la minería*

Pregunta:  Cu les contenidos, desde su saber específico, pueden contribuir para analizar de manera crítica el tema de la minería en Colombia? Para expresar este conocimiento, los docentes que participaron de la investigaci3n

realizaron una representación de un árbol (ses 2). El tronco simbolizó la situación ambiental de la minería, las ramas representaron cada área del saber específico y las hojas hicieron alusión a los conceptos que podrían integrar los aspectos más relevantes a la hora de abordar el tema.

Se observó que los profesores, como personas que reflexionan y toman decisiones, se valieron de sus conocimientos previos, la formación profesional y el saber disciplinar (Tardif, 2004) para la selección del contenido que consideraron era pertinente para comprender el tema. Posteriormente, los profesores se basaron en los conceptos del árbol (ses 2) para hacer un ejercicio cognitivo que les permitió relacionar una serie de conceptos estructurantes alrededor del tema de la minería y, después de una discusión reflexiva y argumentada (Huertas Barros y Vigier Moreno, 2010), llegaron a un consenso para agrupar los tópicos en tres principales ámbitos: sociopolítico, científico-tecnológico-ambiental y económico. En la tabla 2.3 se muestran algunos de los conceptos considerados por los docentes como claves, transversales o estructurantes para abordar la minería.

**Tabla 2.3. Conceptos sobre la minería seleccionados por el grupo de docentes (ses 2) en los ámbitos sociopolítico, científico-tecnológico-ambiental y económico**

| Ámbito sociopolítico  | Ámbito científico-tecnológico-ambiental  | Ámbito económico   |
|---|--|--|
| Contexto, cultura, analfabetismo, educación, impacto en el medio natural, territorio, normativa minera, globalización, políticas de explotación minería, tratados de libre comercio, víctimas, conflicto armado, zona geográfica, equidad, ética, desigualdad social, sistema, subsuelo, paisaje, conflicto, etc. | Alimentación, fracturación hidráulica, aleación de metales, ambiente, agua, suelo, desarrollo sostenible, los ecosistemas de Colombia, mercurio, cianuro, enfermedades del sistema nervioso central (SNC), magnificación biológica, la protección de los ecosistemas, etc. | Comercio, extracción, proyección económica, agricultura, medios de comunicación, regalías, población y recursos mineros, el Estado y el control de la extracción de recursos, etc. |

Fuente: elaboración propia.

Este ejercicio permitió inferir que cuando un docente propone un concepto o tópico del tema, en este caso la minería, se apoya en sus saberes disciplinares, curriculares y experienciales (Tardif, 2004). Esto se observó en el caso de los docentes de DSC1, DEV, DLC y DCS2 que propusieron conceptos como «tratados

de libre comercio, víctimas, conflicto armado, zona geográfica, desigualdad social, etc.» correspondientes al ámbito sociopolítico. Los docentes de DCN y DQ aportaron conceptos como «ecosistemas de Colombia, mercurio, cianuro, enfermedades del SNC, magnificación biológica, etc.» relacionados con el ámbito científico-tecnológico-ambiental y los docentes de DEP, DCS1 y DCS2 participaron con los conceptos de «regalías, población y recursos mineros, el Estado, etc.», referentes al ámbito económico. Lo anterior demuestra que el saber disciplinar juega un papel preponderante en la comprensión del tema minero. En este sentido, Tardif (2004) expresa que cada profesor posee una caja de herramientas que contiene conocimiento disciplinar, conocimiento del contexto, conocimiento curricular y conocimiento experiencial, lo que le permite proponer cambios curriculares para transformar su práctica y, por ende, su conocimiento pedagógico.

La pregunta: ¿Cuáles estándares en competencias, desde su área específica, permiten abordar el tema de la minería en Colombia? posibilitó comenzar a plasmar la autonomía escolar de forma vivencial, aspecto fundamental en los contextos de la educación básica secundaria. Los docentes en ses 2 realizaron un ejercicio de seleccionar de los estándares en competencias (MEN, 2004) las acciones concretas del pensamiento que, desde su respectiva área, tuvieran relación con el tema de la minería. Algunas de estas acciones concretas de pensamiento se presentan en la tabla 2.4.

**Tabla 2.4. Acciones concretas de pensamiento del MEN (2004) propuestos por el GB de docentes que se relacionan con el tema de la minería**

| Codificación del docente | Área                   | Estándares en competencias   |
|--------------------------|------------------------|--|
| DSC 1<br>DCS 2           | Ciencias<br>Sociales   | Genero acciones que posibiliten la protección de la biodiversidad. Analizo las construcciones culturales de la humanidad como generadores de identidades y de conflictos.        |
| DEP                      | Economía<br>y Política | Comprendo los elementos básicos que determinan el mercado, los factores que afectan la demanda y la oferta, y reconozco el recíproco condicionamiento entre economía y política. |
| DCN                      | Ciencias<br>Naturales  | Respeto y cuido los seres vivos y los objetos del entorno y comparto con mis compañeros el interés por la preservación del ambiente para vivir de manera adecuada.               |

Fuente: elaboración propia.

Una vez seleccionadas las acciones concretas del pensamiento, los docentes propusieron redactar un solo estándar que diera cuenta de varias acciones del pensamiento y que permitiera abordar el tema de la minería. Cabe resaltar que las opiniones aportadas por los DCS1 y DCS2 fueron relevantes debido a que pertenecen a zonas mineras del departamento de Antioquia, específicamente, a los municipios de Cauca y El Bagra. En este sentido, ambos docentes tienen un valioso conocimiento experiencial (Tardif, 2004) lo cual facilitó redactar el siguiente estándar unificado sobre el tema de la minería: «Relaciono la historia, la cultura y los procesos económicos que se llevan a cabo en comunidades donde existe extracción minera y analizo sus consecuencias e impactos ambientales, sociales, económicos y políticos» (GB de docentes, ses 2).

Esta propuesta estándar muestra la preocupación de los profesores porque sus estudiantes desarrollen el pensamiento crítico, necesario para comprender los problemas sociales y ambientales actuales desde diversas perspectivas (Torres, 2012). También, el concepto estándar se asocia al de competencia y, según Feo (2010), el término de competencia expresa que el docente debe tratar de potenciar las habilidades de los estudiantes en los ámbitos conceptual, procedimental y actitudinal; además, el desarrollo de competencias debe dar cuenta de las conexiones existentes entre los contenidos disciplinares y su aplicación a situaciones del contexto.

Ante la pregunta: ¿Qué papel juega el conocimiento curricular a la hora de proponer un plan de aula en torno al tema de la minería?, se encontró, desde la literatura, que una de las formas en que el docente expresa su conocimiento curricular es mediante lo que Shulman (2005) define como el *PCK* (Pedagogical Content Knowledge), que en la investigación se toma como CDC o conocimiento didáctico del contenido (Bolívar, 2005). El CDC permite que los docentes realicen adecuaciones al conocimiento disciplinar para hacerlo más accesible a los estudiantes. Para ello, existen diferentes estrategias como metáforas, analogías, esquemas, gráficos y diversas representaciones que ayudan a captar la atención del estudiante de manera que se comprendan mejor los contenidos culturalmente relevantes. Algunos fragmentos transcritos (tabla 2.5) del grupo de discusión representan la manera en que los docentes (ses 3) realizaron aportes sobre estrategias educativas para hacer más accesible el tema de la minería,

que sirvió de insumo primario para la elaboración del plan de aula que posteriormente se aplicó con los estudiantes.

**Tabla 2.5. Formas de hacer accesible el tema de la minería a los estudiantes, según los docentes**

| Docente | Fragmentos de evidencias sobre estrategias educativas para hacer accesible el tema   |
|---------|--|
| DCN     | Para hacerlo más accesible se buscan metodologías que se puedan utilizar en clase para llevar el conocimiento a un lenguaje mucho más sencillo, más entendible para los estudiantes, utilizando analogías, gráficos, mapas mentales, videos, diferentes estrategias pedagógicas.   |
| DI      | Las implicaciones que tiene abordar la minería en relación con la economía, la cultura, el medioambiente y la sociedad pueden desarrollar las habilidades escriturales y orales en nuestros estudiantes, por medio de lecturas de textos y artículos. Y también trabajar material de audio y video para manejar con ellos la comprensión auditiva (en el caso del inglés). |
| DCS1    | Que los estudiantes vean la realidad y el impacto que se genera en el medioambiente; mostrarles por medio de textos seleccionados y videos qué es lo que estamos generando en el medioambiente con esta actividad económica en este planeta que nos está cobijando.  |
| DEV     | A los jóvenes les puede interesar más el tema por intermedio de los textos, videos e imágenes; luego se puede hacer un análisis de videos y realizar con los estudiantes un escrito que muestre un punto de vista crítico sobre el tema.   |

Fuente: elaboración propia.

Los fragmentos anteriores muestran cómo los docentes recurren a diferentes estrategias que ayudan a la movilización de las ideas, por medio de la selección predeterminada de materiales educativos que facilitan la comprensión del tema para los estudiantes. Se puede constatar que existe una preocupación intrínseca del docente por hacerse entender y captar la atención de sus estudiantes (Shulman, 2005). Esto requiere proponer y construir, desde los saberes curricular y experiencial del profesor (Tardif, 2004), nuevas maneras de llevar estas temáticas al aula mediante el planteamiento de diversas actividades académicas en torno al tema minero.

Se podría decir que reelaborar el conocimiento es una característica propia del acto de enseñar; esto representa una manera de resignificar el trabajo del docente al proponer nuevos contenidos que faciliten la renovación curricular

(Goodson, 2003). Así, el currículo escolar puede verse como una situación contingente de cambio susceptible de ser abordada por los profesores (Elliot, 2000) que incluya, por medio de situaciones problemáticas del contexto, la dimensión ambiental. Al respecto, Bolívar (2005) dice que los profesores, consciente o inconscientemente, ajustan, adecúan, reestructuran o simplifican el contenido para hacerlo comprensible a los alumnos. En este sentido, el conocimiento base de cada docente es lo que le permite poner a circular, con otros pares, las comprensiones, las habilidades y las disposiciones que se necesitan para enseñar efectivamente una situación dada (Wilson *et al.*, citados en Bolívar, 2005).

### *Categoría 3. Comprensión de la situación ambiental de la minería en Colombia por parte de los estudiantes*

Ante la pregunta: ¿Qué ideas puede expresar en relación con las ventajas y desventajas de la actividad minera en el país?, una vez finalizada la investigación para el proceso académico de la Maestría en Educación en Ciencias, se procedió a la aplicación del plan de aula diseñado por los docentes que participaron en la investigación sobre el tema de la minería. La puesta en marcha de dicho plan de aula se realizó en dos semanas académicas (ses 4) a través de la virtualidad (plataforma Zoom.us), debido a la emergencia sanitaria actual. Esta situación, en lugar de ser un obstáculo, facilitó que los estudiantes manejaran su tiempo y dedicaran parte de sus horas académicas a la lectura y profundización del tema de la minería y permitió que los docentes brindaran las asesorías necesarias para su comprensión. En la tabla 2.6 se presentan los argumentos de los estudiantes acerca de las ventajas y desventajas que tiene la minería en Colombia.

Estas ideas expresadas por los estudiantes permiten vislumbrar una posición crítica e informada sobre la actividad minera del país. Esto da cuenta de una preocupación ambiental debido a la explotación de los recursos naturales, pero a su vez se reconoce la importancia del sector minero para la economía del país. Estas posturas reflexivas de los estudiantes van en consonancia con lo expresado por Stenhouse (1984) cuando afirma que innovar en un modelo curricular debe permitir «desarrollar una comprensión de situaciones sociales y actos humanos, así como de las controvertidas cuestiones relativas a valores que suscitan» (p. 177). Es decir, incluir tópicos controvertidos como la situación

ambiental de la minería al currículo escolar permite que los estudiantes desarrollen cierta autonomía al expresar su opinión sobre la realidad que los rodea (Torres, 2012). Lo anterior se comprobó cuando el estudiante E1 (ses 5) expresó que «la minería, aunque es una actividad importante para la economía del país, también influye en la destrucción del medioambiente y en el gasto de agua que puede ser potable para los seres humanos y para los animales».

**Tabla 2.6. Argumentos de los estudiantes sobre ventajas y desventajas de la minería en Colombia (ses 5)**

| Estudiante | Ventajas   | Desventajas   |
|------------|--|---|
| E2         | Crea puestos de trabajo, es un motor del desarrollo de la economía.  | Daña la naturaleza por detonaciones o excavaciones, se gasta mucha agua potable en la explotación minera.   |
| E3         | La minería se utiliza en cuanto al sector primario, ya que con esta construye casi todo lo que nosotros manejamos. | Esta viene a abarcar el círculo de la pobreza, empieza muchas veces a partir de la niñez y afecta sobre todo a las personas que hacen la minería artesanal. |
| E4         | Trae muchos ingresos económicos al país y también da varios empleos para los colombianos.                          | Es algo que afecta mucho el medioambiente y los ecosistemas; también afecta la salud humana debido al mercurio.   |

Fuente: elaboración propia.

A la pregunta: ¿Qué aprendizajes adquirió luego de leer y comprender el plan de aula propuesto por los profesores sobre la minería?, los estudiantes expresaron su agrado por trabajar de manera integrada y analizar un tema desde diversas perspectivas; para el E1 «trabajar diferentes materias sobre un mismo tema me permite comprenderlo mejor y a profundidad». La elaboración de mapas mentales fue uno de los productos que mostró la comprensión de los estudiantes con respecto al tópico de la minería. Estos mapas les facilitaron la articulación de todos los conceptos que, a su parecer, podían explicar de una manera integral este tema. Los mapas mentales muestran las relaciones explicativas o jerárquicas que un sujeto establece entre diversos conceptos para explicar un determinado tema (Villalustre Martínez y Del Moral Pérez, 2010).

En las figuras 2.1 y 2.2 se presentan algunos mapas mentales realizados por los estudiantes del grado 8.º. Martínez y Leyva (2014) indican que estos mapas son una forma de organizar la información, en la que el tema principal se



coloca en el centro y los puntos secundarios irradian desde este añadiendo información; esto nos posibilita aprender de una forma integrada y organizada. En este sentido, los mapas realizados por los estudiantes dan cuenta del grado de apropiación conceptual que lograron al poder expresar, de manera escrita, su comprensión del tema desde diversos saberes disciplinares.

Los mapas mentales no solo permitieron a los docentes analizar el grado de comprensión de los estudiantes sobre el tema, sino evaluar los aprendizajes de una manera diferente a la forma tradicional (Martínez y Leyva, 2014). Al respecto, el DQ (ses 3) indicó que «trabajar un tema desde distintas áreas nos permite evaluar a los estudiantes de distintas maneras y verificar sus aprendizajes»; así mismo, la DCN (ses 3) dijo que

[...] si se trabajan planes de aula integrados, se hace necesario ver otras alternativas de evaluación y esto nos permite innovar, no solo la manera de llevar el conocimiento a los estudiantes, sino también evaluar sus habilidades comunicativas escritas y verbales.

Así, se observa que plantear nuevas metodologías de enseñanza implica, a su vez, pensar en maneras diversas de evaluar los contenidos seleccionados.

Así, se observa que plantear nuevas metodologías de enseñanza implica, a su vez, pensar en maneras diversas de evaluar los contenidos seleccionados.

Proponer nuevas maneras de evaluar conjuntamente a los estudiantes como, por ejemplo, con los mapas mentales, facilita la inclusión de la dimensión ambiental al currículo escolar y abre espacios de reflexión en torno a temas controversiales en el aula de clase, lo que posibilita la construcción de un currículo interdisciplinar (Torres, 2012). Avanzar en propuestas para flexibilizar y ambientalizar el currículo (Mora, 2012) depende en gran medida de vencer los límites disciplinares (Drake, 1991), desarrollar los saberes disciplinar y experiencial del docente por medio de diálogo con pares académicos (Tardif, 2004) y proponer la introducción de tópicos controvertidos que puedan ser incluidos en el currículo (Stenhouse, 1984). Lo anterior va en concordancia con lo expresado por Torres (2012) acerca de que «la institución escolar no es el motor de los cambios sociales y culturales, pero sí puede y tiene que desempeñar un papel importante en la medida en que lo deseen quienes en ella trabajan» (p. 188).



## Conclusión

Uno de los hallazgos más relevantes de la primera categoría fue que se percibió la dificultad de incorporar, de manera transversal, la dimensión ambiental al currículo escolar. De acuerdo con los análisis realizados a los documentos institucionales se demostró que en los DBA (2016) no se hace alusión a ningún concepto relacionado con la EA. Lo anterior implica que la EA no se considera como un eje temático importante para trabajar en el aula, sino que los DBA se centran en el desarrollo de aprendizajes estructurantes que han de asimilar los estudiantes, en cada uno de sus niveles de escolaridad, para mejorar las habilidades propias de las áreas del conocimiento.

Por su parte, en otros documentos como los lineamientos curriculares (MEN, 1998), los Estándares Básicos en Competencias de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales (MEN, 2004) y en la Política Nacional de EA (SINA, 2002) sobresale el desarrollo sostenible como la concepción de EA que prevalece y posee un mayor arraigo en el país; sin embargo, para los docentes participantes de la investigación queda claro que este es un enfoque desarrollista de corte mercantil que prioriza el crecimiento económico por encima del equilibrio y la protección ambiental, el cual no es el indicado para abordar el tema minero. Asimismo, cabe mencionar que los docentes participantes de la investigación no tienen una concepción única de EA y la asocian a conceptos como la protección del medioambiente, el desarrollo sostenible y un enfoque holístico. Lo anterior, dificulta la inclusión de la EA al currículo; no obstante, se observan interés y preconcepciones de los docentes sobre las temáticas ambientales regionales, como la minería, que sirven de base para trabajar el currículo de manera integrada alrededor de tópicos culturalmente relevantes.

La segunda categoría muestra que, para incluir la dimensión ambiental de manera transversal al currículo escolar, es necesaria la flexibilización curricular. Esta se logra mediante la recuperación, en las instituciones educativas, de espacios reflexivos como las reuniones entre pares, las jornadas pedagógicas, la conformación de equipos de trabajo, el diálogo y la participación informada por parte de los docentes. Aunque no se desconoce que para lograr lo anterior se requiere de la voluntad de los directivos docentes (coordinadores y rectores), de la disposición del equipo docente, del deseo de pasar de ser un docente transmisor de conocimiento a un docente investigador con la capacidad de

poner a conversar diferentes saberes disciplinares que enriquezcan la práctica pedagógica.

En relación con los conocimientos disciplinar y curricular del docente, como fuente de aprendizaje y enriquecimiento del trabajo de aula, estos están ligados al saber experiencial. Este saber brinda las herramientas para incorporar nuevos conocimientos, hábitos, estilos y rutinas que hacen que un docente adquiera mayores grados de autonomía. Uno de los hallazgos de la investigación fue que, mediante el abordaje de temas diferentes a los propuestos por los lineamientos y estándares en competencias del MEN, se abre la posibilidad de que el docente reflexione e incorpore otras prácticas pedagógicas que movilizan su saber y lo hacen más contextual, además de que abre nuevas perspectivas que facilitan la construcción y consolidación de materiales educativos, como planes de aula o unidades didácticas, que pueden ser endógenos (propios) y que facilitan la creación de estándares y competencias que incluyen la dimensión ambiental por medio de temáticas propias del contexto desde un enfoque interdisciplinar.

Finalmente, la tercera categoría permitió analizar qué ocurre con el aprendizaje de los estudiantes al adoptar planes de aula que involucran diversas áreas del saber. Se observó que crear materiales educativos, entre docentes de diferentes áreas, facilita a los estudiantes comprender un tópico, tema o problema del contexto desde diversas perspectivas. De esta manera, el estudiante explora e indaga sobre su entorno y las situaciones relevantes o controversiales de los contextos local o nacional y puede expresar, de manera argumentada, lo que piensa al respecto.

Así mismo, los docentes pueden proponer la inclusión de tópicos relacionados con la dimensión ambiental al currículo escolar, a partir de planes de aula diseñados por ellos mismos e incorporar otras alternativas para evaluar los contenidos que esperan que sus estudiantes aprendan, por ejemplo, la utilización de mapas mentales, los cuales permiten que estos encuentren relaciones conceptuales entre diversas áreas del saber, logrando así mayores cuotas de interdisciplinariedad para los docentes y una mayor apropiación conceptual para los estudiantes.

## Referencias

Bermejo, R., Arto, I., Hoyos, D., y Garmendia, E. (2010). Menos, es más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible. *Cuadernos de trabajo*, 1(52), 1-28. <https://publicaciones.hegoa.ehu.eus/es/publications/238>

- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-39. <https://revistataseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/19753>
- Capra, F., y Sempau, D. (1998). *La trama de la vida*. Anagrama.
- Corporación Autónoma Regional de los ríos Negro y Nare (CORNARE). (2015). *Referentes Ambientales para la construcción de Planes de Desarrollo en los Municipios del Oriente Antioqueño*. <https://www.cornare.gov.co/referentes-ambientales/>
- Cortese, A. D. (2003). The Critical Role of Higher Education in Creating a Sustainable Future. *Planning for Higher Education*, 31(3), 15-22. <http://bit.ly/3gsCBJ1>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design. Choosing among Five Approaches* (2<sup>nd</sup> edition). SAGE.
- Drake, S. M. (1991). How Our Team Dissolved the Boundaries. *Educational Leadership*, 49(2), 20-22. <http://bit.ly/3UYT06O>
- Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. (4<sup>a</sup> edición). Ediciones Morata.
- Feo, R. J. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. *Tendencias pedagógicas*, (16), 221-236. <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/1951>
- Flórez, K. L. (2012) *Minería: el secreto del Oriente antioqueño*. ASENRED. <https://www.asenred.com/mineria-el-secreto-del-orient-antioqueno/>
- Gallego, W., y González, A. (2015). Una mirada al Estado: contexto de la minería extractiva en Colombia. *Revista Trabajo Social*, 22-23, 123-144.
- Gallopin, G. C. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. CEPAL, ONU. <http://bit.ly/3GYjilJ>
- Gobernación de Antioquia. (2015). *Minería en el Oriente Antioqueño*. <http://bit.ly/3ADfEcY>
- Goodson, I. (2003). *Estudios del currículum. Casos y métodos*. Amorrortu editores.
- Guba, E., y Lincoln, Y. (2002). Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa. En C. A. Denman.; J. A, Haro. *Por los rincones: antología de métodos cualitativos en la investigación social* (pp. 113-145). Editorial del Colegio de Sonora.
- Harpe, B. D. L., y Thomas, I. (2009). Curriculum Change in Universities: Conditions that Facilitate Education for Sustainable Development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 3(1), 75-85. <https://doi.org/10.1177/097340820900300115>
- Hodson, D. (2003). Time for Action: Science Education for an Alternative Future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670. <https://doi.org/10.1080/09500690305021>
- Huertas Barros, E., y Vigier Moreno, F. (2010). El grupo de discusión como técnica de investigación en la formación de traductores: dos casos de su aplicabilidad. *Revista EntreCulturas*, (2), 181-196. <https://doi.org/10.24310/Entreculturasertci.vi2.11766>

- Leff, E. (2002). *Saber Ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI
- Lovelock, J. E. (1983). *Gaia: una nueva visión de la vida sobre la tierra*. Hermann Blume.
- Martínez, L. M., y Leyva, M. E. (2014). Mapas mentales. En L. M. Martínez; P. E. Caceñas; V.C. Ontiveros (editores) *Lo que sé de: mapas conceptuales, diagramas de flujo y esquemas* (pp. 91-113). Red Durango de Investigadores Educativos.
- Maya, A. Á. (1995). *Desarrollo sustentable: aproximaciones conceptuales*. <http://bit.ly/3EZMsiv>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT); Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2003). *Educación Ambiental. Política Nacional*. <http://bit.ly/3UInQdU>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT). (2018). *Registros de Resoluciones de 2018*. <http://bit.ly/3XlkdII>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). *Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Lineamientos curriculares*. <http://bit.ly/3V0V1zm>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2004). *Formar en ciencias: el desafío. Lo que necesitamos saber y saber hacer*. <http://bit.ly/3gz65EX>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje. Ciencias Naturales*. <http://bit.ly/3EqBwJy>
- Ministerio de Minas y Energía (MME). (2016). *Política Minera de Colombia: Bases para la minería del futuro*. <http://bit.ly/3VoG61E>
- Mora, W. M. (2012). Ambientalización curricular en la educación superior. Un estudio cualitativo de las ideas del profesorado. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16(2), 77-103. <https://www.ugr.es/~recfpro/rev162ART6.pdf>
- Morin, E. (2004). La epistemología de la complejidad. *Gazeta de Antropología*, (20), 1-13. <http://hdl.handle.net/10481/7253>
- Pardo, A. (2014). La minería ilegal es mucho más que mineros con dragas y retroexcavadoras ¿Y el Estado? *Revista Semana Sostenible*. <https://www.semana.com/medio-ambiente/multimedia/la-mineria-ilegal-mucho-mas-mineros-dragas-retroexcavadoras-y-estado-alvaro-pardo/32228/>
- Peña, L., y Bravo, E. (2002). Globalización y Educación. *Educere*, 6(19), 283-288. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35601906.pdf>
- Piñuel Raigada, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios Sociolingüísticos*, 3(1), 1-42. <http://bit.ly/3XqEEO9>
- Román, R., Olivero, J., y Caballero, K. R. (2018). Impacto de la minería de oro asociada con la contaminación por mercurio en el suelo superficial de San Martín de Loba,



- sur de Bolívar (Colombia). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 93-102. <http://bit.ly/3tWWESY>
- Sandoval Trigo, G. M. (2011). El derecho moderno: una imagen entre el espejo y el objeto. *Revista del Posgrado en Derecho de la UNAM*, 7(12), 147-165. <http://bit.ly/3EVnQb0>
- Sauvé, L. (2004). Una cartografía de corrientes en educación ambiental. En M. Sato; I. Carvalho (editores) *La Investigación en Educación Ambiental*. <http://bit.ly/3tWdkdm>
- Sistema Nacional Ambiental [SINA]. (2002). ¿Qué es el SINA? <https://www.minambiente.gov.co/ordenamiento-ambiental-territorial-y-sistema-nacional-ambiental-sina/>
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del currículum*. Ediciones Morata.
- Stevenson, R. B. (2007). Schooling and Environmental Education: Contradictions in Purpose and Practice. *Environmental Education Research*, 13(2), 139-153. <https://doi.org/10.1080/13504620701295726>
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Editorial UdeA.
- Shulman, L. (2005). El saber y entender de la profesión docente. *Estudios Públicos*, (99), 195-224. <http://bit.ly/3U3uXIR>
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea Ediciones.
- Taylor, S., Bogdan, R. (1996). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós.
- Torres, M. (1996). Lineamientos de la educación Ambiental a nivel nacional. En Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila (editores), *Nichos creativos para la Educación Ambiental* (pp. 9-29). Corporación Ecológica y Cultural Penca de Sábila.
- Torres, J. (2012). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*. (6ª Ed). Ediciones Morata.
- United Nations [UN] (1972). *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment*. <https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972>
- Villa Posada, V., Franco Sepúlveda, G. (2012). Extracción de recursos minerales en el Oriente Antioqueño: sostenibilidad y repercusiones en el medio ambiente. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (31), 97-106. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/31257>
- Villalustre Martínez, L., y Del Moral Pérez, E. (2010). Mapas conceptuales, mapas mentales y líneas temporales: objetos “de” aprendizaje y “para” el aprendizaje en Ruralnet, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC*, 9(1), 15-27. <https://relatec.unex.es/article/view/602>





### **Capítulo 3. Discusión sobre la biodegradación de empaques para alimentos: una herramienta para desarrollar la argumentación científica**

Julián Alberto Castillo Estupiñán

La presente investigación es producto de la intervención con un grupo de estudiantes de educación media de grado undécimo. Estos hicieron parte de una estrategia que permitió aportar al desarrollo de su competencia argumentativa científica; en su ejecución se abordó la problemática ambiental de la biodegradación de los empaques de alimentos, la cual está fundamentada en las características de una cuestión sociocientífica (CSC). En el diseño metodológico se empleó un modelo de investigación dirigida en el que los estudiantes, organizados por grupos de discusión y asesorados por el docente, construyeron y fortalecieron sus argumentaciones con base en evidencias científicas para participar en debates sobre la CSC. Los datos de la investigación se compilaron al extraer del material de grabación los argumentos de los estudiantes en dos debates aplicados antes y después de la estrategia. Los resultados demostraron que la aplicación de la actividad de investigación dirigida tuvo efectos positivos en el desarrollo de la competencia argumentativa. Al aumentar las frecuencias de las categorías de análisis empleadas para evaluar la calidad de la argumentación de los estudiantes, sus discursos revelaron una apropiación de conocimientos, habilidades de pensamiento crítico y un avance en la comprensión de la discusión científica.

\* Para citar este capítulo: <https://doi.org/10.22430/9789585122819.03>

## Introducción

La formación científica en Colombia está establecida por la Ley 115 de 1994, artículos 5, 6 y 7, en la cual se describe el alcance que deben desarrollar las instituciones educativas en relación con las competencias científicas y con base en los lineamientos curriculares adoptados para fomentar una alfabetización científica, generar capacidades críticas, reflexivas, analíticas y propiciar la curiosidad para solucionar problemas contextualizados, según precisa el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1994). En particular, en la educación media los derechos básicos de aprendizaje (DBA) determinan que el estudiante debe argumentar, con base en evidencias, sobre los efectos que tienen algunas de las actividades humanas en la biodiversidad y en su contexto socioeconómico (Colombia Aprende, 2016).

Según Buitrago *et al.* (2013), la argumentación en el contexto de las ciencias naturales se considera como la capacidad cognitiva y comunicativa necesaria para producir una explicación justificada y evaluar las afirmaciones que permiten construir conocimiento. Uno de los objetivos de desarrollar esta capacidad en los estudiantes es promover espacios para discutir y estimular el pensamiento crítico sobre cuestionamientos que involucren el saber científico (Jiménez, 2010). En este sentido, el proceso argumentativo se da mediante la consolidación del discurso —oral o escrito— en la justificación de explicaciones convenientes ante determinados hechos del mundo que son relevantes en la enseñanza de las ciencias.

Por tal motivo, la argumentación puede ser definida como una competencia que asocia tanto el lenguaje como la comunicación en la construcción del conocimiento científico, con la que se puede incidir de manera explícita y con profundidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la evaluación de las ciencias (Jiménez-Tenorio *et al.*, 2020). Particularmente, Revel Chion y Adúriz-Bravo (2014) reconocen que la competencia argumentativa es fundamental en la enseñanza de las ciencias naturales y afirman que los educadores no fortalecen dicha competencia en las aulas de clase porque, desde su metodología, omiten evaluar la calidad de los aprendizajes adquiridos con base en el razonamiento y la argumentación.

En consecuencia, el proceso de aprendizaje, enseñanza y evaluación no siempre aporta a la construcción de una cultura científica basada en el análisis

y la solución de situaciones específicas (Buitrago, *et al.*, 2013). En el caso de la educación media, el horizonte en la consolidación argumentativa es la expresión oral de las ideas de los estudiantes con un discurso académico que haga uso de los conceptos básicos y esté soportado en datos y evidencias dentro de un espacio social que refuerce las competencias crítica y reflexiva (Carrillo García y Nevado Castellanos, 2017).

En el campo de la investigación y de la educación científica, el modelo argumentativo de mayor interés y apropiación es el de Toulmin (1958). En la mayoría de los casos se incluyen elementos del esquema, los cuales hacen parte del análisis de una comprensión sofisticada sobre cómo los estudiantes usan estos componentes en sus argumentos para ser orientados a participar en la discusión científica (Nam y Chen, 2017). García Grande *et al.* (2018) también sostienen que los elementos del esquema argumentativo de Toulmin (los datos, el calificador modal, las conclusiones, las garantías, las refutaciones y los sustentos) no dependen del campo del discurso. El modelo de Toulmin (1958) es, entonces, un adecuado mecanismo para analizar las características genéricas de un argumento, pues presenta una estructura que es aplicable en cualquier contexto.

Desde otra perspectiva, Jonassen y Kim (2010) sugieren que el modelo que demuestra una proyección en la argumentación científica es el esquema de razonamiento de Walton (1996), quien considera que la argumentación es un patrón particular de razonamiento lógico. Duschl (2008) señala que el marco de Walton deriva de manera parcial en el marco de Toulmin, pero con más modalidades para analizar diferentes tipos de razonamiento. En consecuencia, Nam y Chen (2017) recomiendan fusionar el modelo de Toulmin (1958) con el modelo de Walton (1996), ya que generan un marco más amplio para evaluar y analizar la calidad del argumento. Por lo tanto, en el presente trabajo se adoptan la estructura de Toulmin (1958) y el esquema de razonamiento de Walton (1996) como marco para analizar e interpretar la comprensión epistemológica de los argumentos de los estudiantes, la que se examinará mediante el uso de pruebas y habilidades de razonamiento científico durante la discusión.

Una herramienta que permite el desarrollo de la competencia argumentativa es el debate a partir de cuestiones sociocientíficas (CSC). La mayoría de las investigaciones realizadas hasta la fecha da cuenta de que los estudiantes

que participan en debates con estas características desarrollan aspectos de alfabetización científica. Por ejemplo, los estudios de Zohar y Nemet (2002) han informado sobre un progreso en la comprensión conceptual de la ciencia por parte de los estudiantes; así mismo, Sadler y Zeidler (2005) asocian habilidades de razonamiento informal y Lederman *et al.*, citados por Solli *et al.* (2019) muestran su comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Por su parte, Nam y Chen (2017) reconocen las deficiencias que presentan los educandos al participar en prácticas argumentativas como el debate, cuando no se introducen evidencias de carácter científico para construir argumentaciones que respalden sus intervenciones. De esta manera, el debate se asocia simplemente a una discusión moral, ética y política. Por tanto, es fundamental incorporar una práctica de investigación auténtica que conduzca a los estudiantes a recolectar datos relevantes en la formulación de explicaciones y en la toma de decisiones apropiadas en espacios que generen controversia.

Con base en lo anterior, surge la necesidad de fortalecer la competencia argumentativa de los estudiantes del nivel de la media vocacional del Colegio Célestin Freinet (Bogotá). En particular, se propone la aplicación y evaluación de una estrategia didáctica apoyada por el modelo de investigación dirigida (Moya Segura *et al.*, 2011). Este modelo orientó a los estudiantes para recopilar información sobre la CSC relacionada con la biodegradación de los empaques para alimentos. La estrategia tenía como finalidad aproximar a los estudiantes a las bases conceptuales que hacen posible la consolidación de las explicaciones científicas necesarias para participar en las actividades propuestas durante la metodología, cimentadas en el debate con el enfoque de la CSC.

Estas CSC permiten a los estudiantes, además de reflexionar sobre las consecuencias generadas por la ineficiente absorción de tales residuos, aproximarse a comprender los contenidos científicos relacionados con la biodegradación de los polímeros que contienen los empaques de alimentos, recopilando las evidencias que les permiten construir los argumentos y brindar una posible solución. El carácter controvertido de la CSC dentro de la práctica educativa involucra a los estudiantes en escenarios de pensamiento crítico (González Picáns y Puig, 2017) para darle valor al análisis de pruebas

sustentadas de diferentes posturas y ejercer un rol caracterizado por la toma de decisiones individuales y colectivas sobre la situación ambiental que genera la baja biodegradación de los empaques acumulados en la institución.

Por tal razón, la discusión por medio del debate de la CSC desarrolla herramientas críticas en los estudiantes, dirigiendo el aprendizaje de la ciencia hacia la formación ciudadana. Esto se logra mediante la controversia y la complejidad para abordar aspectos que articulan los conceptos científicos en temas sociales y ambientales, enfocados en situaciones reales (Torres Merchán, 2014). Como resultado, se cambia el esquema de una clase instructiva; al proporcionar mayor dinamismo el estudiante adquiere un rol activo en los conocimientos que se asimilan con la posibilidad de acceder a estos de forma colaborativa.

De forma similar, Martínez (2014) considera que abordar la CSC en el aula por parte del profesorado no solo enriquece su desarrollo profesional, sino que contribuye a facilitar la formación crítica y argumentativa del estudiante. Particularmente, en el caso de la formación inicial de profesores de ciencias, la CSC, en escenarios argumentativos, permiten comprender el impacto de la ciencia y la tecnología que, en nuestros tiempos, constituyen elementos clave para la comprensión de la naturaleza de la ciencia asociada a implicaciones morales, éticas, sociales y ambientales que derivan en grandes polémicas cuya relevancia afecta e incide en la sociedad contemporánea y para lo cual el estudiante debe asumir una acción sociopolítica responsable.

Así, los objetivos de esta investigación van orientados a:

1. Identificar las competencias argumentativas de los estudiantes frente a la CSC asociada a la biodegradación de los polímeros que contienen los empaques de alimentos.
2. Reconocer las implicaciones que tiene el modelo de la investigación dirigida para el desarrollo de la competencia argumentativa.
3. Analizar los argumentos de los estudiantes.

Y guiados por la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo desarrollar la competencia argumentativa científica en estudiantes del nivel de la media vocacional, a partir de la cuestión sociocientífica asociada a la biodegradación de los empaques para alimentos?

## Metodología

El desarrollo de este estudio se vincula con el enfoque de la investigación cualitativa, tal como lo plantean Hernández Sampieri *et al.* (2014), con una perspectiva naturalista por el contexto que asocia el entendimiento del problema desde la cotidianidad de quienes participaron y, por otro lado, desde la perspectiva interpretativa, puesto que los resultados obtenidos son producto del análisis de las interpretaciones y puntos de vista de los estudiantes que participaron sobre la CSC acerca de la baja biodegradación de los polímeros que contienen los empaques de alimentos. A su vez, se examinaron los resultados del estudio provenientes de las argumentaciones verbales que son producto de la interacción de los participantes en los debates propuestos y extraídas de grabaciones de video para su posterior categorización, codificación y análisis.

De esta forma, se propone trabajar una metodología que se desarrolle por medio de la investigación dirigida y el debate de la CSC. Bajo dicho método, el docente contextualiza a los estudiantes en la problemática general, de manera que pueden optar en grupos por diferentes temas de interés relacionados con la biodegradación. Se enfrentan así al desarrollo de dichos temas con la motivación de unas preguntas orientadoras que los acercan a su cotidianidad y que son formuladas también por el docente. Las respuestas se obtienen bajo parámetros científicos y tienen como finalidad la adquisición de conceptos asociados, brindando aportes por medio de explicaciones fundamentadas tanto teórica como argumentativamente, proceso que a su vez tiene el apoyo del docente.

A continuación, se describen las fases de la metodología de trabajo:

### *Fase inicial. Diagnóstico*

Se trabajó en dos sesiones que se caracterizaron mediante un debate con enfoque de la CSC sobre la problemática de la acumulación de los residuos plásticos en los mares, con el fin de identificar las capacidades argumentativas de los estudiantes que participaron.

En la primera sesión, el docente contextualizó con los estudiantes la información relacionada sobre la contaminación en los mares por los desechos provenientes del plástico, presentando un video introductorio y complementándolo

con un artículo relacionado con el contexto; con esos insumos, los estudiantes desarrollaron, en grupos de trabajo, un cuestionario relacionado con la temática y, por medio de este, prepararon el debate inicial con base en la información obtenida.

En la segunda sesión se llevó a cabo el debate inicial. El docente fue el moderador y organizó la práctica de acuerdo con las preguntas formuladas en el cuestionario de la sesión inmediatamente anterior. Se hizo un control del tiempo para las intervenciones que fueron grabadas con cámara de video. De allí se tomaron los registros de cada intervención y se valoraron en el análisis de las capacidades de argumentación de los estudiantes.

### *Fase intermedia. Desarrollo de la estrategia de investigación dirigida*

La investigación dirigida se aplicó durante seis sesiones como recurso didáctico para conducir al desarrollo de la competencia argumentativa, estructurada en 4 fases (véase la figura 3.1) De entrada, el docente planteó a los estudiantes la pregunta de investigación: ¿Qué tan contaminantes son los empaques de alimentos para el ambiente? Se les permitió, en este sentido, enfocar el objetivo de la investigación.

Figura 3.1. Fases de la investigación dirigida



Fuente: elaboración propia.

Después, el docente socializó los temas propuestos de la investigación dirigida a los estudiantes. Ellos escogieron un tema de acuerdo con su interés particular y con base en los contenidos relevantes que se acoplan para ayudar a responder la pregunta de investigación formulada según la tabla 3.1. De esta manera, se establecieron ocho grupos de trabajo conformados de acuerdo con su consideración.

A cada grupo se le recomendaron fuentes bibliográficas específicas, en este caso, artículos relacionados con los contenidos por investigar que incluían métodos experimentales e innovaciones tecnológicas con respecto al tema de estudio. Además, los grupos fueron consultando material adicional que les permitiera compilar las evidencias científicas y que los ayudara a comprender mejor cada cosa.

Para elaborar las explicaciones, los estudiantes resolvieron las preguntas orientadoras formuladas por el docente. En esta etapa, se evaluaron los grupos en función de las evidencias recogidas, teniendo como horizonte el manejo conceptual de las informaciones bibliográfica y audiovisual consultadas por cada uno. Esto favoreció la realización de un balance del proceso de los estudiantes, sugiriéndoles, en gran parte, fortalecer la explicación adecuada de los conceptos científicos ligados al tema de investigación y señalando, también, las falencias donde debían mejorar.

**Tabla 3.1. Temas de la investigación dirigida escogidos por grupo**

| Grupo | Tema  |
|-------|---|
| 1     | Biopolímeros  |
| 2     | Nanomateriales a partir de celulosa   |
| 3     | Polímeros convencionales  |
| 4     | Microplásticos en el ambiente marino  |
| 5     | Empaques totalmente biodegradables  |
| 6     | Biodegradación con microorganismos  |
| 7     | Aditivos oxobiodegradables en los empaques de alimentos   |
| 8     | Estrategias ambientales para reducir la problemática de la acumulación de los empaques de alimentos |

Fuente: elaboración propia.



La fase intermedia culmina preparando un debate de prueba para evaluar los argumentos iniciales de los estudiantes y revelar los avances de la investigación dirigida. Como parte de la preparación, el docente hizo un acompañamiento a los grupos dando los aportes suficientes para que mejoraran su investigación.

### *Fase final. Evaluación de la investigación dirigida y organización del debate final*

El objetivo de este debate fue evaluar la argumentación científica de los participantes, quienes expusieron, ante el auditorio, sus posturas de acuerdo con el tema escogido en su investigación. También, se dieron a conocer los parámetros del debate dentro de un espacio académico denominado «Panel sobre la biodegradación de los empaques de alimentos». A este espacio asistieron los estudiantes que conforman la mesa ambiental de la institución y algunos alumnos de los colegios de la zona. Durante el debate se recopilaron los argumentos que emplearon los participantes, a manera de resultados, utilizando las grabaciones de video realizadas y determinando así el efecto de la estrategia propuesta.

Finalmente, con los resultados obtenidos se comparó el efecto de la investigación dirigida, antes y después, y se estableció el progreso argumentativo de los estudiantes.

### *Participantes*

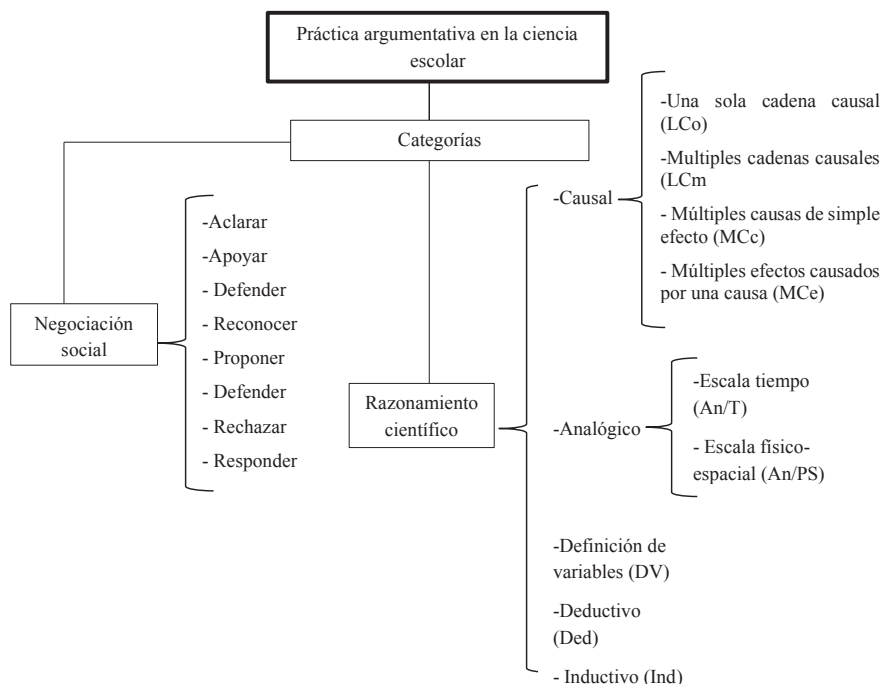
En el desarrollo de la metodología participaron 32 estudiantes del grado undécimo del Colegio Célestin Freinet. El propósito fue evaluar las capacidades críticas y de razonamiento en los argumentos transmitidos por los estudiantes y, además, mostrar los resultados para analizar el impacto de la estrategia aplicada en el desarrollo de la competencia argumentativa científica bajo el contexto CSC.

### *Recolección y análisis de datos*

Los datos en el presente estudio fueron recopilados de las grabaciones de video en los debates inicial y final. Posteriormente, se extrajeron las argumentaciones de los estudiantes, las cuales fueron transcritas como fuente principal en la categorización, codificación y análisis de los resultados.

Los registros tomados de cada intervención se valoraron en el análisis de las capacidades de argumentación de los estudiantes, bajo el método de las dimensiones de la práctica argumentativa en la ciencia escolar, ilustrado en la figura 3.2 (Nam y Chen, 2017).

Figura 3.2. Dimensiones de la práctica argumentativa en la ciencia escolar



Fuente: Nam y Chen (2017).

### *Cuestiones éticas*

Con el grupo de estudiantes que participaron del presente estudio se establecieron acuerdos previos, mediante los cuales tenían pleno conocimiento sobre la estructura de las fases de metodología, principalmente los tiempos y espacios por emplear. En este aspecto, las actividades se trabajaron en los horarios de contrajornadas asignadas por la institución, como complemento de las jornadas académicas. Para ello, los padres de familia fueron informados y notificados. En cuanto a la información de los datos recopilados, los estudiantes aprobaron que fueran grabados durante las sesiones de debate, con la responsabilidad por parte del investigador de proteger sus identidades, manteniendo en el anonimato a cada estudiante.

## Resultados y discusión

Los resultados que se obtuvieron de las intervenciones grabadas de los estudiantes en los debates aplicados durante la fase inicial (antes de la estrategia) y final (después de la estrategia) se analizaron desde las categorías de negociación social y razonamiento científico. Posteriormente, fueron interpretados para examinar y comparar los alcances de la estrategia didáctica en cada fase y analizar el progreso de la capacidad argumentativa de estos en dos procesos: con evidencia (CE) y sin evidencia (SE).

Tabla 3.2. Frecuencia en los argumentos categoría de negociación social

| Subcategoría | Fase inicial      |                   | Fase final        |                   |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|              | % Frecuencia (SE) | % Frecuencia (ce) | % Frecuencia (se) | % Frecuencia (ce) |
| Aclarar      | 47.62             | 9.52              | 33.33             | 66.7              |
| Apoyar       | 47.62             | 0.00              | 6.67              | 20.0              |
| Desafiar     | 9.52              | 0.00              | 26.67             | 20.0              |
| Reconocer    | 33.33             | 14.29             | 20.00             | 46.7              |
| Proponer     | 23.81             | 19.05             | 33.33             | 40.0              |
| Defender     | 19.05             | 0.00              | 13.33             | 33.3              |
| Rechazar     | 23.81             | 9.52              | 0.00              | 0.0               |
| Responder    | 61.90             | 9.52              | 13.33             | 66.7              |

Fuente: elaboración propia.

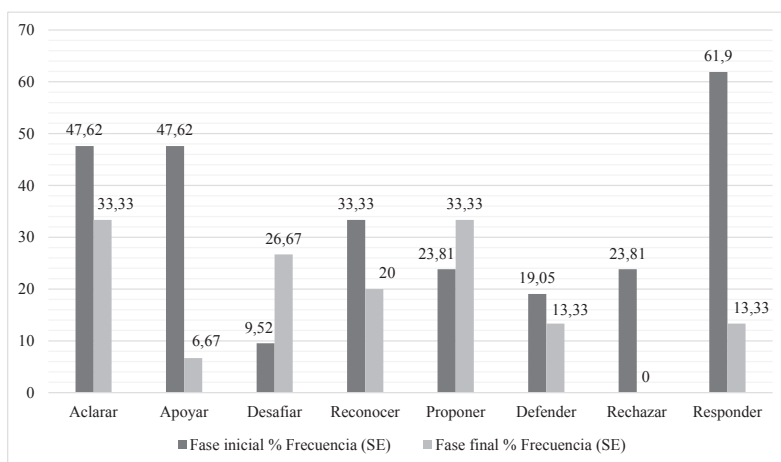
El uso de la evidencia (CE) en los argumentos de los estudiantes se incrementó significativamente después de la intervención didáctica, como lo muestra la tabla 3.2. Se fortalecieron las categorías, así: Aclarar, inicialmente 9.52 % y posteriormente 66,7 %; Responder, inicialmente 9.52 % y posteriormente 66.7 %; Reconocer, inicialmente 14.29 % y posteriormente 46.7 %; y Proponer, inicialmente 19.05 % y posteriormente 40 %. En consecuencia, era de esperar que el no uso de la evidencia (SE) decreciera en la frecuencia del uso de los argumentos en las categorías de negociación social con respecto al debate final.

Antes de la estrategia, la categoría Rechazar (CE) registró una frecuencia inicial de 9.52 % en el uso de los argumentos y una final del 0 % debido a que, en el debate inicial, se identificó que los estudiantes no poseen la construcción epistémica de los saberes involucrados para argumentar acerca de las alteraciones ambientales que produce la baja degradación de los polímeros presentes en los

empaques de alimentos. De esta forma, la competencia argumentativa científica en ellos se ve afectada porque predominan en sus discursos razonamientos informales caracterizados por valoraciones personales para cuestionar las posiciones de algunos grupos. Sin embargo, en el debate final los estudiantes no se centraron en rechazar las intervenciones de los demás, pues se intentó dar prioridad a posiciones fundamentadas en datos y evidencias.

Después de evaluar la estrategia de investigación dirigida en el debate final, el análisis de la comprensión epistémica presenta un cambio de frecuencias en los argumentos expuestos por los estudiantes, aumentando en cada subcategoría de negociación social el uso de la evidencia (CE), como se muestra en las figuras 3.3 y 3.4. De esta manera, se corroboran los planteamientos que propone Toulmin (1958) en su esquema argumentativo: los estudiantes solucionan interrogantes recolectando evidencias que demuestren datos adecuados para obtener conclusiones.

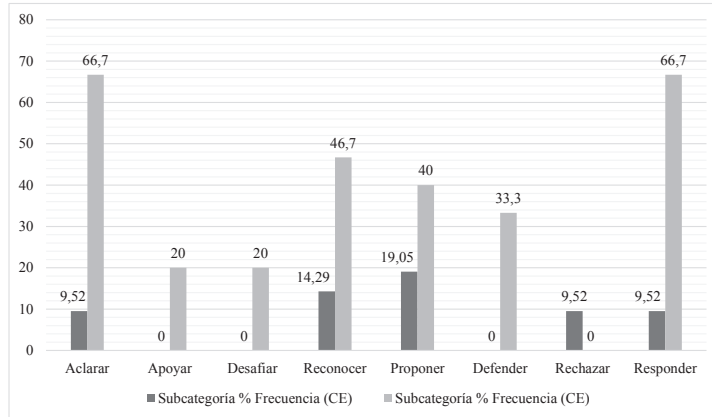
Figura 3.3. Frecuencia de argumentos en subcategorías de negociación social (SE) antes y después de la investigación dirigida



Fuente: elaboración propia.

Durante el proceso de investigación dirigida los estudiantes mejoraron sus capacidades de pensamiento crítico y demostraron, con evidencias, sus explicaciones documentadas en los resultados de trabajos vinculados a su tema de estudio, exponiendo soluciones viables para reducir el impacto de la acumulación de los empaques de alimentos.

**Figura 3.4. Frecuencia en los argumentos en las subcategorías de negociación social (CE) antes y después de la investigación dirigida**



Fuente: elaboración propia.

A partir del mismo enfoque de análisis de la categoría de negociación social, se introdujeron los resultados de las fases inicial y final para la categoría de razonamiento científico. Los resultados representan con claridad el cambio en las subcategorías de razonamiento científico (véase la tabla 3.3), incrementándose el porcentaje de frecuencia del uso de los argumentos en cada subcategoría, de acuerdo con el patrón de análisis correspondiente.

**Tabla 3.3. Frecuencia en los argumentos, categoría de razonamiento científico**

| Subcategoría  | Fase inicial<br>% Frecuencia | Fase final<br>% Frecuencia |
|---|------------------------------|----------------------------|
| Linear (Loc)  | 42.86                        | 60.00                      |
| Lineal (Lcm)  | 0.00                         | 13.33                      |
| Múltiples causas de simple efecto (Mcc)             | 23.81                        | 40.00                      |
| Múltiples efectos causados por una sola causa (Mce) | 14.29                        | 26.67                      |
| Escala tiempo (An/T)                                | 0.00                         | 33.33                      |
| Escala físico-espacial (An/Ps)                      | 14.29                        | 40.00                      |
| Definición de variables (Dv)                        | 14.29                        | 86.67                      |
| Razonamiento deductivo (Ded)                        | 9.52                         | 46.67                      |
| Razonamiento inductivo (Ind)                        | 14.29                        | 53.33                      |

Fuente: elaboración propia.

En primer lugar, la subcategoría de razonamiento causal en la subcategoría (Loc) fue la de mayor dominio en las frecuencias de los argumentos, tanto al inicio con un 42.86 % como al final de la estrategia con un 60 %; esto, por la interpretación que tuvieron los estudiantes de una sola cadena causal para comprender que los desechos provenientes de los alimentos empaquetados, que afectan los ambientes marinos, surgen por el mal uso y manejo de estos materiales por parte de los actores sociales. En segundo lugar, la subcategoría (Mcc) incrementó en la frecuencia de uso de los argumentos planteados por los estudiantes pasando de un 23.81 % a un 40 % dado que asumen que las múltiples causas son generadas por un simple efecto, por ejemplo, la baja degradación de los polímeros convencionales.

Los resultados relacionados con la frecuencia del uso de los argumentos por los estudiantes, categoría de razonamiento analógico en la subcategoría (An/T) aumentaron del 0 % al 33.33 %, ya que al inicio los estudiantes no tenían en cuenta la escala temporal por desconocer los factores de degradación en los diferentes materiales a base de polímeros, característica que se incrementó durante el desarrollo de su investigación. Varios de los participantes usaban la analogía temporal para describir lo que sucede con un material polimérico comparándolo con otros en su proceso de biodegradación.

En cuanto a la subcategoría (An/Ps) aumentó el porcentaje de frecuencia del uso de los argumentos por parte de los estudiantes de un 14.29 % a un 40 %, sugiriendo que el razonamiento de este aspecto se vio favorecido por el contexto físico-espacial, como son los ecosistemas marinos, para contextualizar el impacto del problema en cuestión. Así mismo, algunos de los estudiantes llegaron a comparar las estructuras de varios polímeros y el tamaño de sus partículas, por ejemplo, los microplásticos y los nanomateriales a base de celulosa, comprendiendo por qué una molécula más compleja puede reducirse a otra más simple. Un ejemplo del uso del contexto temporal es que uno de los factores que más trascendió en la investigación dirigida fue el tiempo de degradación en los materiales que conforman los empaques de alimentos. Una estudiante del Grupo 2 respondió, ante una de las preguntas del auditorio, la siguiente afirmación:

Dependiendo del producto que se quiera desarrollar, por ejemplo, si quieres desarrollar un yogurt y envasarlo, el envase se podría biodegradar dentro de unos

trece meses si es posible, otros que son solamente bolsas plásticas necesariamente se pueden degradar durante las primeras 50 horas o aproximadamente una semana. (Participante del Grupo 2. Transcripción de grabación de video, abril del 2019)

En el siguiente fragmento, un estudiante del Grupo 4 cuyo tema de investigación fue el impacto producido por los microplásticos en las redes tróficas marinas, de manera analógica, hace referencia a la similitud de las composiciones química y estructural entre la hormona tiroxina y el aditivo tetrabromobisfenol A para explicar lo que ocurre al ingresar este tipo de sustancias en un organismo y afectar su proceso endocrino. En este apartado también se muestra el uso del razonamiento causal porque se especifican los efectos endocrinos en los organismos marinos como resultado de lo que ocasionan los microplásticos en las redes tróficas.

Entonces, ¿qué sucede? Los aditivos como el BPA liberados por los microplásticos afectan la glándula tiroidea; lo que va a hacer es que se interrumpa su actividad endocrina; si entran microplásticos a los organismos pequeños durante su maduración se van a ver afectados de muchas formas, incluso puede llegar a que sus conductas de supervivencia sean distintas por las alteraciones en su locomoción, haciéndolos vulnerables para ser depredados y, como resultado, se genera la pérdida de los cardúmenes. (Participante del Grupo 4. Transcripción de grabación de video, abril del 2019)

La categoría de definición de variables en la subcategoría (Dv) fue la de mayor dominio al aumentar la frecuencia de uso de los argumentos por parte de los estudiantes, pasando del 14.29 % al 86.67 %. Los resultados expresan que en el debate inicial los estudiantes no llegaron a definir variables por no tener el conocimiento específico que involucra el problema de los empaques de alimentos desde el contexto científico, centrándose únicamente en definir los problemas sociales y económicos que intervienen en el uso de las bolsas plásticas. En el desarrollo de la investigación dirigida cada grupo fue accediendo a este razonamiento, al identificar y reconocer las múltiples variables que inciden en fenómenos de mayor complejidad, permitiendo el fortalecimiento de los conceptos científicos y transmitiéndolos de forma coherente en la argumentación. En el

siguiente ejemplo un estudiante del Grupo 1 explicó las condiciones necesarias por las cuales ocurre el proceso de biodegradación en la estructura del almidón:

La biodegradación del almidón de papa se lleva a cabo mediante la radiación ultravioleta, el calor y el oxígeno atmosférico para que se pueda fragmentar la estructura del almidón y así la bacteria pueda terminar de realizar el proceso de biodegradación. (Participante del Grupo 1. Transcripción de grabación de video, abril del 2019)

Finalmente, las frecuencias de uso del argumento presentadas por los estudiantes dentro de la categoría de razonamientos deductivo e inductivo, en la subcategoría (Ded), se incrementaron del 9.52 % al 46.67 %. Ellos argumentaron orientando el problema ambiental de los océanos a situaciones específicas. Por ejemplo, partiendo del mal manejo que se les da a los residuos provenientes de los empaques de alimentos se explicaron, de manera concreta, los efectos que se producen cuando se acumulan tales residuos en cantidades considerables en los ecosistemas marinos. Un estudiante del Grupo 3, quien estuvo a favor de mantener el uso de los empaques plásticos en la conservación de alimentos, deduce en el siguiente fragmento que el problema ambiental en los océanos se origina por la falta de conciencia de reciclar por parte de quienes consumen y producen estos empaques.

Algo que debemos tener en cuenta en este proceso es ¿qué tanto reciclan las personas? En el mundo se producen alrededor de 78 millones de toneladas de plástico al año de los cuales solo el 9 % es reciclable. Por otro lado, se debe identificar cómo llega el plástico a los vertederos y se dirige hacia las zonas marinas; en algunos puntos se han concentrado las islas de la basura formadas por la aglomeración de desechos no biodegradables y por el influjo de las corrientes marinas, también llamadas giros oceánicos, donde las corrientes de agua se concentran y hacen que la basura quede acumulada. (Participante del Grupo 3. Transcripción de grabación de video, abril del 2019)

En cambio, en la subcategoría (Ind), ese incremento fue del 14.29 % al 53.33 %. Los estudiantes aplicaron las ideas generales a contextos específicos y, a su vez, ideas específicas a contextos más amplios, con el propósito de consolidar las



evidencias recogidas y dar un sentido lógico a sus argumentos, proponiendo soluciones viables encaminadas al desarrollo de innovaciones tecnológicas y científicas. En el primero de los siguientes apartados un estudiante del Grupo 2 propuso la alternativa de utilizar la nanotecnología en la innovación de los empaques a base de fibras de celulosa; en el segundo, un estudiante del Grupo 3 define los resultados de un mecanismo biotecnológico para biodegradar materiales como el PET en tiempo óptimos mediante el uso de una enzima recombinante.

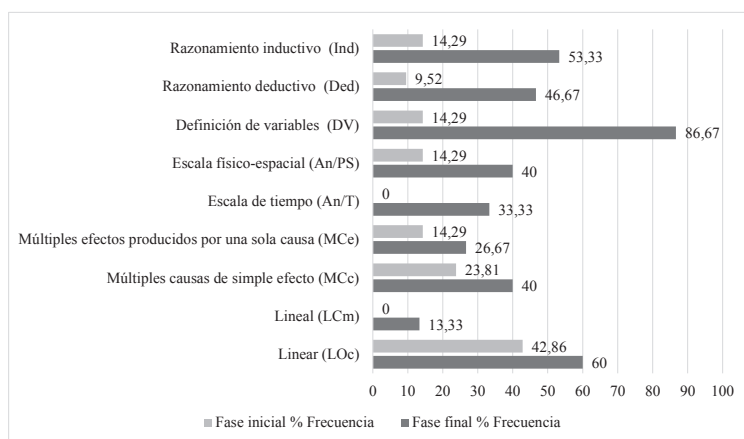
Los materiales diseñados con nanocompuestos de celulosa, además de ofrecer unas óptimas condiciones en el empaque de alimentos como la durabilidad, propiedades de barrera, disminución de costos y consumo de energía, son capaces de reducir el impacto ambiental gracias a su biodegradación. Por tanto, la nanotecnología es una buena opción para innovar los empaques de la próxima generación con materiales ecológicos y sostenibles. (Participante Grupo 2. Transcripción de grabación de video, abril del 2019)

Utilizando el hongo *Aspergillus nidulans* y agregando la levadura *Pichia pastoris* se puede generar una enzima recombinante que permite cortar las cadenas y los enlaces C, H y O que existen dentro del PET por medio de un proceso biocatalítico, que significa utilizar las enzimas para degradar y oxidar los compuestos que hay dentro del plástico, permitiendo reacciones químicas a temperatura ambiente, por lo cual no necesitan estar a temperaturas muy altas o en condiciones muy específicas para funcionar; simplemente, temperatura entre 16 °C y 25 °C, es suficiente en la optimización del proceso. Esto permite que haya una mayor degradación del plástico, ya que antes se decía que las botellas del PET podían durar casi 400 años en degradarse y, con este proceso, fácilmente se pueden degradar en 15 días; entonces, esto muestra un gran avance para la degradación del plástico; además de eso podemos ver que generaría un impacto ambiental positivo. (Participante del Grupo 3. Transcripción de grabación de video, abril del 2019)

De esta forma, era de esperar que el uso de frecuencia en los argumentos de los estudiantes correspondientes a las subcategorías de razonamiento científico aumentara satisfactoriamente después de la estrategia (véase la figura 3.5). Los resultados de este proyecto demostraron que la competencia argumentativa científica se intervino de manera positiva; esto, debido a la fase de

investigación dirigida que promovió la construcción del pensamiento crítico y la capacidad de razonamiento para analizar y evaluar una solución, con responsabilidad social, frente a la problemática de la baja biodegradación de los empaques de alimentos. La frecuencia en los argumentos de los estudiantes, en el debate final, se incrementa en los patrones de comprensión epistémica y razonamiento científico, con respecto al debate inicial, gracias a que sus discursos fueron consolidados por la apropiación de los conocimientos basados en pruebas científicas, aportando, con este método, a los procesos de argumentación desde la enseñanza de las ciencias naturales.

Figura 3.5. Frecuencia en las subcategorías de razonamiento científico antes y después de la investigación dirigida



Fuente: elaboración propia.

Según Nam y Chen (2017), cuando los estudiantes incrementan los patrones de razonamiento científico en la argumentación pasan de solo determinar los beneficios o consecuencias de una cuestión sociocientífica, desde el enfoque de la negociación social, a identificar en el problema las variables científicas que se deben considerar para reducir el impacto producido por los empaques de alimentos en los ecosistemas.

El marco de las dimensiones de la práctica argumentativa en la ciencia escolar es una herramienta adecuada para evaluar y juzgar la calidad del argumento de los estudiantes. Los elementos de este marco permiten examinar con amplitud los razonamientos en sus discursos con justificaciones apoyadas en

evidencias, categorizando los diferentes tipos de argumentos y agrupando los esquemas argumentativos de Toulmin (1958) y de Walton (1996).

Adicionalmente, se reconoce que el diseño de actividades experimentales es fundamental para dar una mejor aproximación a los contenidos teóricos, obteniendo datos y resultados que proporcionen apoyo a las argumentaciones formuladas en la comprobación de las evidencias científicas.

## **Conclusiones**

La revisión bibliográfica y audiovisual fue fundamental para que los estudiantes comprendieran el problema de la biodegradación de los empaques de alimentos. La consulta de los diferentes textos, y su respectivo estudio, les permitió una explicación conceptual; allí constataron datos certeros de estos procesos científicos y construyeron una explicación coherente que les condujo a desarrollar argumentos. Además, esta revisión generó un interés en los estudiantes por ampliar sus conocimientos y aplicarlos en problemas específicos, fortaleciendo, aparte de la competencia argumentativa, la indagación, la explicación de fenómenos y la apropiación del conocimiento científico; estas competencias son evaluadas en la prueba Saber dentro del componente de Ciencias Naturales.

La competencia argumentativa científica en los estudiantes del nivel de la media vocacional se desarrolla adecuadamente teniendo como alternativa el debate CSC en las clases de Ciencias porque ofrece un escenario para las intervenciones personales de diferentes entes sociales sobre una problemática real, como lo es el estudio de la biodegradación de los empaques de alimentos, que permite en los estudiantes promover el pensamiento crítico, divulgar conocimientos, justificar con evidencias, defender posturas, elaborar ideas y organizarlas.

Al aplicar el modelo de investigación dirigida como recurso didáctico en este trabajo, se hace posible que los estudiantes encuentren las evidencias científicas necesarias en la producción de sus argumentos. Haciendo una revisión bibliográfica orientada por el docente, quien les asesora durante el proceso en el fortalecimiento de la apropiación de conceptos y construcción de las explicaciones relacionadas al tema de investigación, se comprueban los avances y dificultades a medida que se aproximan a entender el problema de los empaques

de alimentos con base en su biodegradación; por tanto, este proceso les facilita a los estudiantes mejorar la comprensión de la discusión científica.

Con esta propuesta se logra concientizar de forma pedagógica y reflexiva a los estudiantes sobre su responsabilidad social con el medioambiente y su comunidad. Al identificar dicha responsabilidad reconocen la importancia de apropiar los contenidos científicos tratándolos con un lenguaje adecuado, no solamente abordándolos con una postura crítica, sino también construyendo procesos de razonamiento científico.

De acuerdo con lo anterior, es fundamental incluir en el currículo de la educación ambiental contenidos aplicados en la solución de problemas dentro de un marco social que genere compromisos del individuo en formación y los transmita a su comunidad. Los contenidos deben ser relevantes y contextualizados en las perspectivas global y local de los estudiantes, fundamentados a partir de sus concepciones previas y orientados por medio de una metodología transversal en el ámbito sociocientífico.

Finalmente, en la formación profesional docente deben incluirse con mayor regularidad los objetivos pedagógicos de la educación ambiental, una de cuyas principales falencias es que no conducen a la práctica los conocimientos transmitidos de un marco conceptual que se ve muy reducido al no generar en los estudiantes acciones que propicien espacios de análisis y reflexión con alternativas para incentivar una concientización sobre el cuidado del medioambiente. En consecuencia, los planes de estudio carecen de congruencia cuando los proyectos transversales, como los PRAE, no se fortalecen por la ausencia de didácticas efectivas que impliquen no aprovechar oportunidades para motivar a los estudiantes a desarrollar competencias argumentativas y de pensamiento crítico que les permitan adquirir la condición de agentes ambientales.

## Referencias

- Buitrago, A., Mejía, N., y Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa*, 13(63), 17-39. <http://bit.ly/3XIHBKi>
- Carrillo García, S., y Nevado Castellanos, K. (2017). El debate académico como estrategia didáctica para la formación de competencias argumentativas y la aproximación

- al diálogo científico. *Rastros Rostros*, 19(34), 18-30. <https://doi.org/10.16925/ra.v19i34.2145>
- Colombia Aprende. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje. Ciencias Naturales*. <https://bit.ly/3gz697G>
- Duschl, R. A. (2008). Quality argumentation and epistemic criteria. En S. Erduran; M. P. Jiménez-Alexandre (editors) *Argumentation In Science Education. Perspectives from Classroom-Based Research* (pp. 159-175). Springer.
- García Grande, C. M., Manrique Pardo, M. C., y Ramírez Pretel, A. (2018). *La argumentación como estrategia para fortalecer la toma de decisiones en los estudiantes de grado quinto y octavo de la IED El Carmen de Guachetá* [tesis de maestría, Universidad de la Sabana]. <http://hdl.handle.net/10818/35123>
- González Picáns, A., y Puig, B. (2017). Analizar una problemática ambiental local para practicar la argumentación en clase de Ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 16(2), 280-297. <http://bit.ly/3OBgzQI>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª edición). McGraw-Hill.
- Jiménez, M. (2010). *Diez ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Jiménez-Tenorio, N., Vicente Martorell, J. J., Aragón Núñez, L., y Oliva Martínez, J. M. (2020). Fomentar la argumentación en clases de ciencias a través de una controversia sociocientífica en futuros docentes. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4 (1), 79-86. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.4639>
- Jonassen, D. H., & Kim, B. (2010). Arguing to Learn and Learning to Argue: Design Justifications and Guidelines. *Educational Technology Research and Development*, 58(4), 439-457. <https://rdcu.be/c0p9k>
- Ley 115 de 1994. Por la cual se expide la Ley General de Educación. 8 de febrero de 1994. D. O. 41214.
- Martínez, L. F. (2014). Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. *Tecné, Episteme, Didaxis: TED*, (36), 77-94. <https://doi.org/10.17227/01213814.36ted77.94>
- Moya Segura, A., Chaves Sibaja, E., y Castillo Rodríguez, K. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 6(1), 115-132. <https://doi.org/10.15359/rep.6-1.7>
- Nam, Y., & Chen, Y. C. (2017). Promoting Argumentative Practice in Socio-Scientific Issues through a Science Inquiry Activity. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3431- 3461. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00737a>

- Revel Chion, A., y Adúriz-Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: Contribuciones a una alfabetización de calidad. *Pensamiento Americano*, 7(13), 113-122. <http://hdl.handle.net/11336/41644>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112-138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Solli, A., Hillman, T., & Makitalo, A. (2019). Navigating the Complexity of Socio-scientific Controversies-How Students Make Multiple Voices Present in Discourse. *Research in Science Education*, (49), 1595-1623. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9668-5>
- Torres Merchán, N. (2014). *Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: un estudio en escenarios de formación docente* [tesis de doctorado, Universidad de Valencia]. <http://hdl.handle.net/10550/36116>
- Toulmin, S. E. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press.
- Walton, D. N. (1996). *Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning*. Routledge.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62. <https://doi.org/10.1002/tea.10008>

## Capítulo 4. La práctica de campo: propuesta de enseñanza-aprendizaje de conceptos relacionados con los ecosistemas y la reproducción vegetal\*

José Alejandro Mendoza Santacruz

Diseñar y documentar nuevas propuestas pedagógicas en Ciencias Naturales enfocadas en contextos rurales es importante para mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el nivel de básica secundaria de Colombia. Sin embargo, muchas estrategias didácticas se han desarrollado sin tener en cuenta el entorno natural que rodea a las comunidades educativas; pocos trabajos han logrado vincular los conceptos de ciencias naturales con la exploración y entendimiento de espacios naturales como los ecosistemas y los elementos de la biodiversidad local cercanos a los establecimientos educativos. Este estudio se puso como meta documentar la aplicación de la práctica de campo, como propuesta didáctica, para favorecer el entendimiento de conceptos relacionados con los ecosistemas y la reproducción vegetal con estudiantes de la Institución Educativa Municipal (IEM) El Socorro, un colegio de la zona rural del municipio de Pasto, Colombia. Se recolectó la información con encuestas, diseño y puesta en marcha de unidades didácticas con énfasis en la práctica de campo a diferentes lugares naturales del corregimiento El Socorro. Con base en las respuestas a las pruebas de entrada y de salida se muestra que los estudiantes presentan una mayor aproximación a las definiciones estándares de los conceptos relacionados con los ecosistemas y la reproducción vegetal, lo que indicaría una mejor comprensión de los conceptos de ciencias naturales, además de mostrar un alto grado de sensibilización ambiental después de interactuar en los ecosistemas estratégicos circundantes. Esta propuesta didáctica descrita sugiere la práctica de campo como alternativa eficaz de enseñanza-aprendizaje para desarrollarse con mayor frecuencia y rigurosidad por parte de los docentes de Ciencias Naturales de las instituciones de Pasto y del país.

\* Para citar este capítulo: <https://doi.org/10.22430/9789585122819.04>

## Introducción

Para abordar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales es necesario indagar cómo los estudiantes están comprendiendo los conceptos disciplinares que se imparten en el aula de clase (García y Martínez, 2010), además de analizar los tratamientos didácticos que se emplean para desarrollar el currículo en básica secundaria. En este capítulo pretendo presentar la práctica de campo como propuesta didáctica para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje significativos de los conceptos de las ciencias naturales en básica secundaria y su relación con la sensibilización ambiental, particularmente en contextos rurales. El problema pedagógico que presentan los estudiantes son las dificultades y confusiones en el aprendizaje y empleo de los conceptos como vida, ecosistema, fotosíntesis, reproducción y polinización, entre otros. Esto se debe a que presentan una débil relación con el significado de estas palabras y las teorías y fenómenos científicos que se contemplan para la educación básica (Aragón Méndez, 2004). El poco avance en el desarrollo de los contenidos de ciencia y las bajas valoraciones en el área repercuten en el bajo nivel de atención de algunos estudiantes en el aula. El conocimiento cotidiano de estos conceptos por parte de los educandos y las diferencias entre este y el conocimiento científico describen frecuentemente esta incompatibilidad en el aula (Acevedo-Díaz *et al.*, 2017).

Lo anterior se ve reflejado en los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) para Colombia, que evalúa la capacidad para emplear el conocimiento científico, identificar preguntas y obtener conclusiones sobre el mundo natural. PISA ubica a nuestro país en los últimos lugares entre los que integran la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE (Icfes, 2016). Los informes para Ciencias Naturales confirman el incipiente desarrollo de las competencias, ya que para el año 2012 Colombia ocupó el lugar 58 entre 65 países dentro de la OCDE. En el área de Ciencias Naturales el porcentaje de estudiantes por debajo del nivel 2 es superior al 65 %, lo cual significa que solo tres de cada diez estudiantes pueden demostrar competencias que les permitan participar de manera productiva en situaciones de la vida asociadas a la ciencia (Casas Moreno, 2013).

Según las cifras anteriores, el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias naturales implica mayor motivación y funcionalidad por medio de una serie de factores pedagógicos para formar habilidades intelectuales y destrezas, a fin de



comprender conceptos científicos. Por ser el estudiante el centro de este proceso, se necesitan la formulación y desarrollo de estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales que motiven su participación en clase y que promuevan la interacción con los elementos de su entorno (Schwartz y Pollishuke, 1995).

Las ciencias naturales —las que tienen por objeto el estudio de la naturaleza— requieren de diversas estrategias didácticas para llegar al estudiante, entre ellas, la práctica de campo; sin embargo, en nuestro país es poco utilizada en las instituciones educativas debido a ciertas limitaciones administrativas, pedagógicas, logísticas y sociales que emergen en la preparación y desarrollo de esta. Las dificultades que se presentan son la falta de planificación, la disponibilidad de recursos económicos, los permisos de los padres, el aval institucional y las condiciones físicas de espacios naturales por visitar, entre otras.

De acuerdo con Torres *et al.* (2014), en las instituciones educativas del municipio de Pasto se nota que la mayoría de las estrategias educativas empleadas en ciencias naturales para abordar el conocimiento científico privilegia la copia, la memorización de conceptos y la repetición mecánica. Estas estrategias tradicionales continúan siendo usadas por parte de los docentes sin buscar la plena comprensión de los estudiantes. En este sentido, el educando se presenta como un receptor pasivo de los estímulos externos, desconociendo las potencialidades del municipio en términos de espacios naturales para la educación como santuarios de flora y fauna, humedales de importancia internacional y, en general, ecosistemas y áreas de importancia para la biodiversidad. A partir de este contexto, la pregunta de investigación que guía este manuscrito es: ¿Por qué es relevante la práctica de campo en la enseñanza-aprendizaje de conceptos de Ciencias Naturales de básica secundaria en las instituciones educativas rurales de Pasto?

Para responder a esta pregunta es importante resaltar que esta investigación se hizo en la IEM El Socorro, establecimiento rural de Pasto, donde se analizaron y describieron concepciones específicas que los estudiantes tenían sobre temas relacionados con los ecosistemas y la reproducción vegetal mediante la práctica de campo. Esta herramienta es indispensable y potente en la didáctica de las ciencias, dado que genera nuevos conocimientos y actúa como complemento y refrendación de los elementos teóricos impartidos en clase (Amórtegui y Correa, 2012).

La práctica de campo permite ahondar en la aproximación de los estudiantes al mundo de lo vivo, a la exploración de los entornos naturales y a la sensibilización ambiental bajo los lineamientos definidos para básica secundaria por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2004). La práctica de campo es una estrategia que aporta al mejoramiento del aprendizaje de conceptos de ciencia y, adicionalmente, moviliza actitudes y valores con relación a los problemas ambientales del territorio educativo donde se ejecuta la propuesta, logrando una interacción con los principios de la educación ambiental.

En Colombia, la práctica de campo ofrece posibilidades en el desarrollo del pensamiento científico y la educación ambiental de los estudiantes mediante la innovación de los escenarios para conocer todas las formas de vida, además de que puedan integrarse a varios conceptos de ciencia (Velasco, 1998; Corzo López y Zuluaga López, 2013). La práctica de campo se define como un aula activa y participativa para que los estudiantes amplíen habilidades de pensamiento, logrando aprendizajes significativos.

En este sentido, la investigación tiene como objetivo documentar el diseño y aplicación de una propuesta de aula fundamentada en la práctica de campo como alternativa didáctica en Ciencias Naturales de básica secundaria; esto, para favorecer la enseñanza-aprendizaje de los conceptos relacionados con los ecosistemas y la reproducción vegetal e incentivar su aplicación en el municipio de Pasto.

Para alcanzar el objetivo se trabajó una metodología desde el enfoque cualitativo, utilizando técnicas seleccionadas para la recolección de datos, como encuestas y guías de estudio que trataron los conceptos relacionados con ecosistemas y reproducción vegetal; también, pruebas de entrada y de salida para comparar las respuestas de los estudiantes distribuidos en grupos «aula», conformados por estudiantes con quienes se desarrollaron guías de aprendizaje sin excursiones al campo, y grupos «campo» con los que, usando las guías, se realizó la práctica de campo.

Además de la contextualización, que aborda la formulación del problema, la pregunta de investigación, la justificación y los objetivos por alcanzar, a lo largo del capítulo se encontrarán con tres secciones: la primera es la metodología adoptada y aplicada para desarrollar esta investigación; la segunda expone los resultados en relación con las categorías definidas; la tercera hace un análisis de la experiencia llevada a cabo y presenta las conclusiones y algunas recomendaciones; por último, se reseñan las referencias consultadas.

## Metodología

El enfoque utilizado en esta investigación es de carácter cualitativo debido a que la intervención y su análisis implicaron un proceso de recolección, estudio y vinculación de información cualitativa y su categorización en la presentación de los resultados, técnicas e instrumentos empleados. Teniendo en cuenta a Niño Rojas (2019) y Hernández Sampieri *et al.* (2006), aunque tiene elementos cuantitativos al emplear pruebas de entrada y de salida para la recolección y análisis de información, esta investigación —en su naturaleza— es abierta y, por lo tanto, la información es cualitativa. Por medio de esta información se analizó cómo los estudiantes se acercaban a la definición integral de los conceptos trabajados. También se aproxima a lo cualitativo al tener como objetivo recolectar y analizar la información de la práctica de campo como propuesta didáctica, con técnicas como la encuesta y las guías de estudio.

El tipo de investigación de este estudio se orienta hacia la exploración de casos al analizar la práctica de campo como estrategia didáctica en un grupo de estudiantes, en contraste con otro grupo que se mantiene siempre en el aula. Según González (2013) este tipo de investigación se aplica en estudios educativos cuando los detalles y resultados se derivan de estudios de la realidad, mostrando una investigación empírica de un fenómeno del cual se desea aprender dentro de un contexto real cotidiano; además, Yin (1984) afirma que en la investigación de casos se pueden registrar algunas conductas de las personas involucradas en el fenómeno estudiado. Esta investigación se trabajó con varios grupos de estudiantes de la IEM El Socorro, algunos denominados grupos «aula» con los que se trabajaron los conceptos en clase sin efectuar la práctica de campo, y otros grupos «campo» con los que se desarrollaron las salidas o prácticas de campo; se hizo esta distinción para comparar los resultados de las pruebas de entrada y de salida.

La aplicación de la propuesta didáctica se realizó en dos sedes educativas: El Socorro Centro y Bajo Casanare de la IEM El Socorro. Se trabajó la propuesta con dos grados sextos que sumaban 35 participantes, 16 y 19 estudiantes, respectivamente, y con dos grados octavos que sumaban 29 alumnos en total, 17 y 12 estudiantes, respectivamente. Los grados escolares presentaron una distribución entre los grupos de «campo» (sede El Socorro) y los grupos «aula» (sede Bajo Casanare); los participantes de la investigación tenían edades entre 11 y 15 años.

La investigación se desarrolló en tres fases metodológicas diferentes: (a) recolección de información mediante la encuesta a estudiantes y docentes; (b) aplicación de unidades didácticas con énfasis en ecosistemas y reproducción vegetal en el grupo «aula» y el grupo «campo»; solo el segundo grupo realizó excursiones al entorno natural; (c) comparación de las definiciones de los conceptos relacionados con ecosistemas y reproducción vegetal con y sin práctica de campo.

### *Fase 1: Recolección de información mediante la encuesta a estudiantes y docentes*

Al principio de la propuesta se creó una encuesta en la plataforma digital KoBoToolbox; esta técnica permitió la recolección de datos a una muestra de los estudiantes y docentes de la institución para identificar sus apreciaciones e intereses, entre otros aspectos de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales y la práctica de campo mediante la aplicación de un cuestionario. Se encuestó a cinco docentes de Ciencias Naturales de básicas primaria y secundaria de la IEM El Socorro, quienes respondieron preguntas referidas principalmente a las estrategias didácticas que empleaban y al desarrollo de prácticas de campo en sus clases.

Por otra parte, se seleccionaron 20 estudiantes de grados sexto y octavo de las dos sedes educativas para la aplicación de la encuesta, en la cual se preguntó acerca de las formas de enseñanza de las ciencias naturales, la motivación en el desarrollo de las clases y el nivel de percepción y conocimiento que tenían con respecto a las prácticas de campo en la asignatura de Ciencias Naturales.

En la planeación de la práctica de campo fue necesario discriminar cada uno de los conceptos trabajados y profundizarlos en divisiones del «concepto» o «microconceptos», que relacionados favorezcan el aprendizaje del concepto global. Se realizó una descripción de los contenidos trabajados en el aula de clase con las actividades de campo desarrolladas en el ecosistema natural visitado.

La planeación pedagógica en campo fue desarrollada por el docente investigador y buscaba aplicar métodos de aula en el medio natural valiéndose del diseño de una secuencia de actividades con los roles del docente y el estudiante, teniendo en cuenta los conceptos de ciencias naturales relacionados con los ecosistemas y la reproducción vegetal. En la descripción se consideraron objetivos, duración, estrategia de enseñanza-aprendizaje, recursos y los roles que deberán asumir los docentes y estudiantes en las prácticas de campo.

## *Fase 2: Diseño y aplicación de unidades didácticas con énfasis en ecosistemas y reproducción vegetal*

La propuesta didáctica consistió en el diseño y creación de dos unidades didácticas que se organizaron en guías de estudio que contenían diferentes actividades; se diseñaron teniendo en cuenta los formatos institucionales del modelo Escuela Nueva y los criterios para elaborar una unidad didáctica según Jorba y Sanmartí (1996). De acuerdo con estos autores, la guía incluye objetivos, fundamentación científica, roles del docente y estudiantes, metodología, actividades de ejercitación, actividades de aplicación y materiales. Con relación a la guía, en la fundamentación científica o fase de introducción de conceptos se tuvieron en cuenta recursos didácticos como gráficos, lecturas y presentaciones interactivas de la plataforma digital Colombia Aprende (MEN, 2016).

Previo a la aplicación de las unidades didácticas, en clase se diligenciaron las pruebas de entrada para detectar las ideas que tenían los estudiantes. De igual manera, para la evaluación de los aprendizajes se aplicó un cuestionario o prueba de salida con preguntas abiertas y de selección múltiple con única respuesta para valorar los conceptos y competencias cognoscitivas con relación a los ecosistemas y a la reproducción vegetal que permitan documentar el grado de asimilación de aquellos que más se acercaran a las definiciones estándares. Lo anterior, con el fin de aproximar a los estudiantes al aprendizaje significativo de conceptos relacionados con ecosistemas y reproducción en plantas, y partir de las definiciones iniciales que permitan comparar el grado de comprensión de los conceptos con la práctica de campo y sin ella.

Las unidades didácticas se desarrollaron en los dos grupos de estudiantes; solo en los grupos «campo» de grados sexto y octavo se llevaron a cabo prácticas de campo al final de las unidades didácticas. Los aspectos clave de la propuesta didáctica motivaban a los estudiantes de sexto a definir el concepto de ecosistema, tipos de ecosistemas, comunidades, poblaciones y especies, recorriendo y conociendo los ecosistemas naturales del corregimiento El Socorro, entre ellos, el bosque alto andino colombiano a 3200 msnm y el Páramo Las Ovejas-Tauso a 3500 msnm.

Asimismo, los estudiantes de grado octavo abordaron el concepto de diversidad, evolución y reproducción vegetal, y con la adopción de la práctica de campo se proponía identificar las diferentes especies de flora local, tipos de estratos vegetales, formas de reproducción, estructuras reproductoras de la flor, sistemas de polinización y la diversidad de animales polinizadores. En algunos recorridos por

los ecosistemas naturales mencionados se recolectó material vegetal para establecer un mayor contacto de los estudiantes con el objeto de estudio.

Para el inicio de las unidades didácticas se formularon preguntas abiertas y de selección múltiple con única respuesta, con el propósito de generar activación en los conocimientos previos. Los estudiantes respondieron y se relacionaron con el conocimiento nuevo por aprender. Se buscó que el estudiante primero conociera los conceptos trabajados y luego los comprendiera. Para comparar las respuestas de los estudiantes a las preguntas abiertas y de selección múltiple con única respuesta se tuvieron en cuenta libros de texto especializados en biología y ecología, entre ellos *Biología* de Curtis *et al.* (2008) y *Biología* de Solomon *et al.* (2009).

A continuación, en la tabla 4.1, se recogen las preguntas de los conceptos de ciencias naturales trabajados.

Tabla 4.1. Preguntas referidas a los ecosistemas y reproducción vegetal

| Ecosistema                                      | Reproducción vegetal                                       |
|---|--|
| ¿Qué es un ecosistema?                          | ¿Cómo se reproducen las plantas?                           |
| ¿Qué es una comunidad?                          | ¿Cuál es el órgano u órganos reproductores de las plantas? |
| ¿Qué es un factor biótico y un factor abiótico? | ¿Por qué será importante que la planta se reproduzca?      |
| ¿Qué es flujo de energía?                       | ¿Qué polinizadores conoces?                                |

Fuente: elaboración propia.

### *Fase 3: Comparación de las definiciones de los conceptos relacionados con ecosistemas y reproducción vegetal con práctica de campo y sin ella*

Para que el estudiante desarrolle las prácticas de campo, se trabajó la planificación de estas con una combinación de enfoques, es decir, que tenga en cuenta la práctica de campo motivadora, investigativa y actitudinal, de acuerdo con los planteamientos de Compiani (1996). De igual manera, fue necesario contextualizar los contenidos de clase con las acciones de campo y dar a conocer, en la planeación, una lista de chequeo de las condiciones de logística y materiales para el desarrollo de estas prácticas.

Entre los aspectos más importantes que se tuvieron en cuenta para la planeación de la salida están: (a) ubicación del lugar de la práctica de campo, (b)

búsqueda de mapas del lugar, (c) revisión de información secundaria de los aspectos biofísicos del lugar, (d) indagar la situación de orden público del lugar, (e) distancia y tiempo estimados para llegar al sitio, (f) identificación del ecosistema que se va a visitar, (g) documentación de las especies de flora y fauna del lugar, (h) accesibilidad del sitio y recorrido previo del lugar por parte del docente, (i) solicitudes de permisos de los padres de familia, (j) solicitud de autorización a los directivos, y (k) servicio de guías locales para la práctica.

Las actividades de clase y de campo se trabajaron bajo los principios del aprendizaje colaborativo, donde cada equipo de estudiantes se integró en grupos de tres a cinco alumnos, buscando que la propuesta de enseñanza también logre, de manera indirecta, trabajo en equipo, compromiso grupal y relacionamiento de forma efectiva.

Después de la aplicación de la propuesta didáctica, los estudiantes respondieron las pruebas de salida para hacer una comparación entre los grupos «aula» y los grupos «campo»; estos resultados se presentan por medio de análisis de frecuencia de los estudiantes que respondieron de acuerdo con las definiciones estándares tomadas de los libros de texto utilizados. Los datos generados en la aplicación de las pruebas se analizaron mediante la agrupación y subsecuente jerarquización de las respuestas. Luego, se formaron grupos de respuestas similares y se escogieron las opiniones que mejor las explicaran.

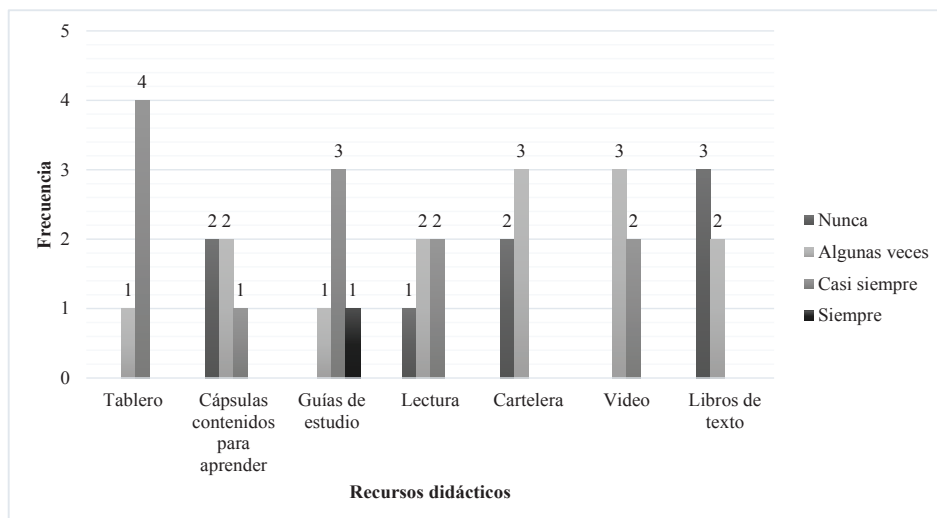
## Resultados

### *Competencia pedagógica de los docentes y percepción de los estudiantes sobre la didáctica en Ciencias Naturales*

Las estrategias y recursos didácticos que emplean los profesores para desarrollar su labor educativa en ciencias son algunos de los criterios para tener en cuenta en la competencia pedagógica del docente. Se encontraron diversas estrategias y recursos alternativos, sin dejar de lado los elementos tradicionales de la enseñanza como el tablero y la clase magistral (véase la figura 4.1). Es importante señalar que estrategias de enseñanza como la indagación, el modelo de aprendizaje basado en problemas (ABP) y el método científico se van abriendo paso en la institución, dejando de emplear prácticas del método tradicional.

En lo referente a las estrategias menos utilizadas por los docentes, los datos de la encuesta muestran que la mayor parte señala que «nunca» ha empleado

Figura 4.1. Recursos didácticos en ciencias naturales en la IEM El Socorro



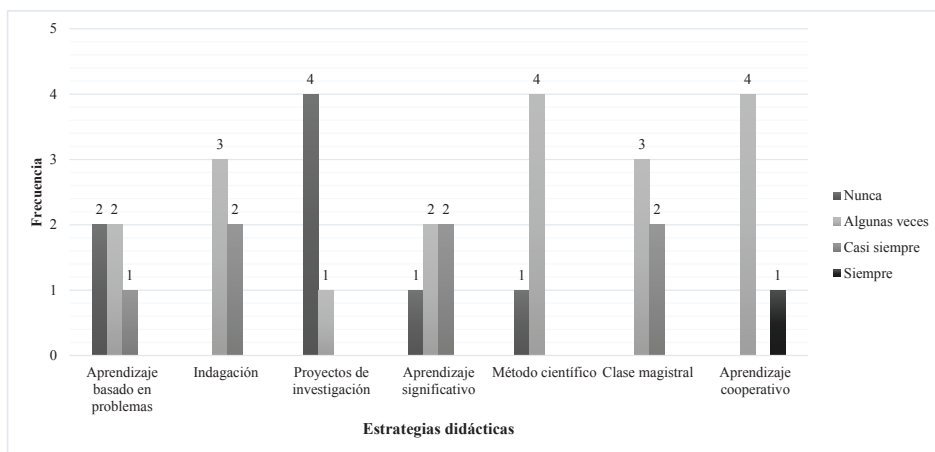
Fuente: elaboración propia.

proyectos de investigación que desarrollen competencias científicas en los estudiantes, destacando que metodologías como el aprendizaje significativo cobran mayor relevancia en las clases; esto beneficia el desarrollo de nuevas propuestas, como la estrategia de práctica de campo (véase la figura 4.2). Sin embargo, al revisar la percepción de los estudiantes encuestados se registra que la mayoría manifiesta en sus respuestas un dominio de los métodos y modelos tradicionales en las clases de los profesores de Ciencias Naturales.

También se observa un porcentaje significativo en el uso de herramientas de tecnología e información para la comunicación (TIC) para el desarrollo de las clases de ciencias apoyadas por la presentación de piezas audiovisuales y cápsulas educativas digitales del portal Colombia Aprende; esto genera un impacto en la motivación del estudiante, que se muestra más atento con el uso de dispositivos tecnológicos y mensajes más llamativos. El uso de guías de estudio por parte de los docentes es significativo debido al modelo de la institución que se orienta por las metodologías y recursos de Escuela Nueva. Este modelo escolarizado de educación formal utiliza con frecuencia estas guías de estudio con enfoque en el trabajo colaborativo, y da respuesta al multigrado rural y a la heterogeneidad de edades y orígenes culturales de los estudiantes de los establecimientos educativos.



Figura 4.2. Estrategias didácticas en ciencias naturales en la IEM El Socorro



Fuente: elaboración propia.

### *Uso de la práctica de campo como estrategia didáctica en la IEM El Socorro*

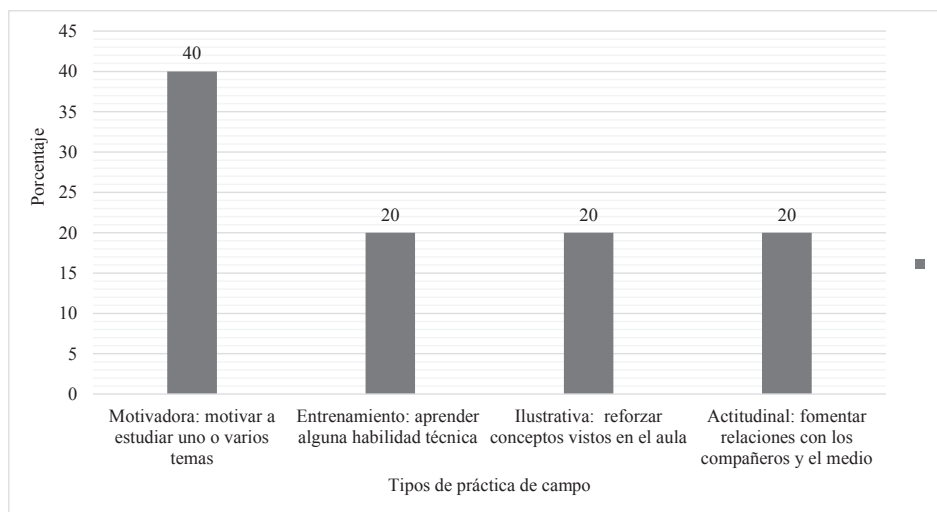
El 40 % de los docentes encuestados respondió que «nunca» ha efectuado prácticas de campo como estrategia didáctica en sus clases de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, mientras que el 60 % indicó que «algunas veces» lo ha hecho y refirió entre tres y cuatro excursiones a campo en un año escolar. Estos datos son similares a los recopilados con los estudiantes entrevistados, quienes reafirman las escasas actividades de campo en Ciencias Naturales. Se observa que esta actividad didáctica no ha sido desarrollada a plenitud con los estudiantes; sin embargo, el 60 % está «totalmente de acuerdo» en que la práctica de campo es una actividad esencial para mejorar la enseñanza-aprendizaje.

De igual manera, los docentes señalan que los contenidos o conceptos más trabajados con la estrategia de práctica de campo son: (a) clasificación de seres vivos, (b) suelo, (c) recursos naturales, y (d) clases de hojas. Todos esos temas guardan relación con la biodiversidad y los ecosistemas; sin embargo, existen otros contenidos que se pueden abordar desde la estrategia.

Con respecto al tipo de práctica que los docentes preferirían aplicar en sus clases, las opiniones son diversas. El 40 % de los encuestados se inclina por la práctica de campo de tipo inductivo o descubrimiento guiado (véase la figura 4.3), donde los alumnos resuelven problemas guiándoles en sus observaciones

e interpretaciones, una de las prácticas más utilizadas (Compiani, 1996). No se tiene en cuenta el tipo de práctica de campo investigativa y actitudinal, que son estrategias muy importantes para el desarrollo de competencias científicas y educación ambiental en los estudiantes.

Figura 4.3. **Preferencia de los docentes por el tipo de práctica de campo**



Fuente: elaboración propia.

Cuando se indagó a los docentes sobre la principal dificultad para desarrollar una práctica de campo con los estudiantes, las respuestas se dirigieron a cuatro aspectos: (a) la autorización de los permisos con los padres de familia, (b) la cobertura del seguro estudiantil, (c) el riesgo de perderse en el recorrido, y (d) los costos de la salida de campo. La mayoría de estas situaciones es de tipo administrativo y requiere de un alto compromiso y planeación por parte del docente y la institución educativa para llevar a cabo las actividades.

Además, el 60 % señala que está «totalmente de acuerdo» en realizar un gran esfuerzo en la preparación y desarrollo de una práctica para la enseñanza de conceptos relacionados con ecosistemas y biodiversidad. Este porcentaje se incrementa al 100 % cuando se indaga en los estudiantes encuestados al respecto de la práctica de campo como actividad esencial para mejorar la

enseñanza-aprendizaje de los conceptos de ciencias naturales. Ahora bien, en lo referente a la práctica de campo y la educación ambiental, todos los docentes consideran que es muy importante en los estudiantes la estrategia en el fortalecimiento de actitudes adecuadas frente al ambiente, tal como lo constata Lima Santos (2013), porque reconoce el desarrollo de competencias actitudinales y el nivel de sensibilización y concienciación ambiental que logra el estudiante con esta experiencia fuera del aula.

En ese sentido, la percepción de los estudiantes frente a la frecuencia de los docentes en utilizar ejemplos con flora y fauna nativas es muy baja. El 83 % responde que solo «algunas veces» se mencionan las plantas y animales de la región y, en general, la biodiversidad local en las clases de Ciencias Naturales.

### *Aplicación de la propuesta de enseñanza-aprendizaje con énfasis en la práctica de campo*

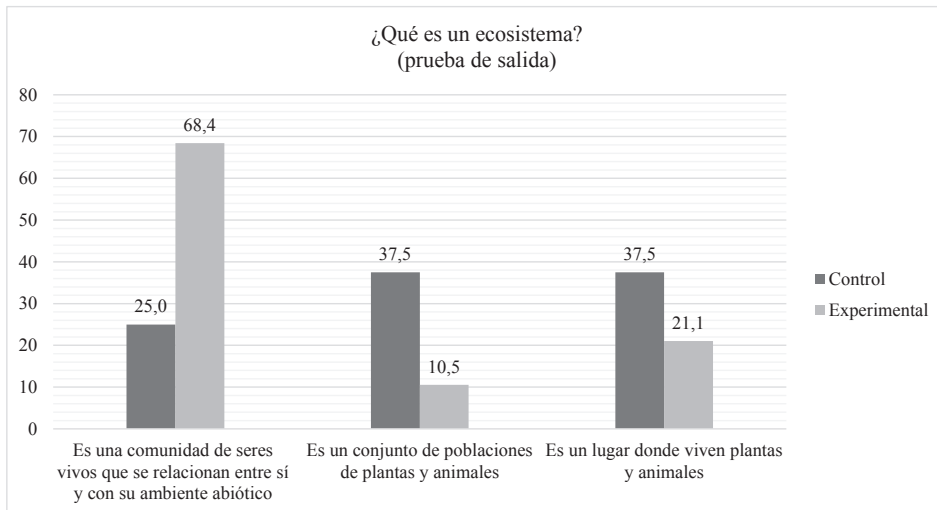
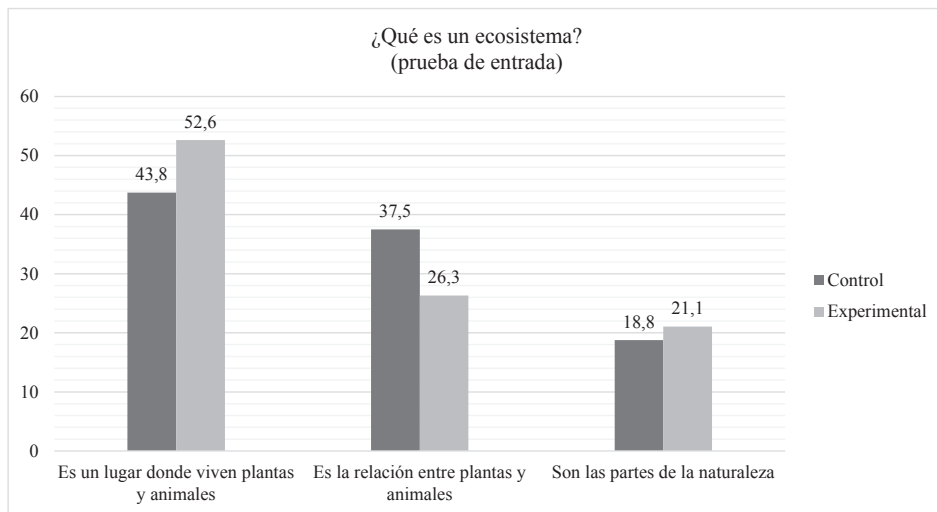
En la aplicación de la unidad didáctica se tuvieron en cuenta la planeación y el diseño de una secuencia de actividades para llevarlas a un plano experimental y vivencial por parte de los estudiantes, con el fin de facilitar el aprendizaje de los conceptos relacionados con ecosistemas y reproducción vegetal, como se observa en las tablas 4.2 y 4.3.

Los resultados obtenidos en la aplicación de las pruebas de salida en los grupos intervenidos «aula» y «campo» se plasman en porcentajes que muestran el número de estudiantes que más se aproximó a las respuestas estándar construidas a partir de los libros de texto utilizados. En las figuras 4.4 a 4.7 se presenta la frecuencia en cada respuesta haciendo una comparación entre el grupo «campo» de estudiantes de grado sexto que desarrollaron la práctica de campo y el grupo «aula» de estudiantes que no la llevaron a cabo, tomando los principales conceptos relacionados con los ecosistemas.

En relación con el concepto de ecosistema, las respuestas de las pruebas de entrada y salida muestran que los estudiantes tienen variedad de definiciones en los conocimientos previos y respuestas poco elaboradas que no son suficientes para aproximarse a una adecuada, ya que en grados anteriores de primaria (cuarto grado) se trabaja el concepto de ecosistema (MEN, 2007); véase la figura 4.4.

Después de la aplicación de la unidad didáctica y, en particular, el desarrollo de la práctica de campo, el 68.4 % de los estudiantes de sexto reconoce la relación o interacción entre una comunidad viviente y el ambiente no viviente, y a este espacio lo identifica como ecosistema.

Figura 4.4. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 1: ecosistemas



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 4.2. Secuencia de actividades con roles del docente y estudiante para facilitar la comprensión del concepto de ecosistemas**

| Práctica de campo grado sexto:<br>ecosistema   |  | Lugar: ecosistema bosque alto andino  |   |                 |                |
|--|--|---|---|-----------------|----------------|
| <b>Derecho básico de aprendizaje (MEN 2017).</b> Comprende que existen distintos tipos de ecosistemas (terrestres y acuáticos) y que sus características físicas (temperatura, humedad, tipos de suelo, altitud) permiten que habiten en ellos diferentes seres vivos. |  |   |   |                 |                |
| Conceptos  | Estrategias  |   | Recursos                                | Tiempo en campo | Tiempo en aula |
|  | Enseñanza<br>Rol del docente   | Aprendizaje<br>Rol del estudiante   |   |                 |                |
| <b>Orientaciones previas a la práctica de campo</b>  | El docente hace una presentación del lugar de trabajo, los objetivos y la evaluación para desarrollar la práctica de campo.          | El estudiante está atento a las instrucciones del docente, toma nota de las indicaciones definidas para la salida de campo.                       | Cuaderno                                |                 | 1 hora         |
| <b>Tipos de ecosistemas</b>  | Punto de encuentro 1 (estación): en el recorrido identificar y describir los ecosistemas encontrados.                                | Observación de los ecosistemas y registro en el cuaderno.   | Cuaderno<br>lápiz                       | 1 hora          |                |
| <b>Factores bióticos y abióticos</b>   | Detallar los factores bióticos y abióticos que componen el ecosistema visitado.  | Elaboración de un cuadro comparativo acerca de la clasificación de los elementos bióticos y abióticos que componen el ecosistema.                 | Cuaderno y lápiz<br>Binocular<br>cámara | 1 a 2 horas     |                |
| <b>Comunidades ecológicas</b>  | Dar un ejemplo de una comunidad ecológica en el ecosistema estudiado.  | Registro de cinco comunidades ecológicas encontradas en el lugar. Ilustración de la comunidad ecológica que más llamó la atención del estudiante. | Cuaderno<br>Colores                     | 1 hora          |                |
| <b>Poblaciones que habitan los ecosistemas</b>   | A partir del ejemplo de comunidades, describir las poblaciones que habitan el ecosistema y hacen parte de la comunidad identificada. | Enumerar las poblaciones presentes en las cinco comunidades identificadas. Ilustración de la población que más llamó la atención del estudiante.  | Cuaderno<br>Colores                     | 1 hora          |                |

*Continúa...*

| Conceptos                              | Estrategias  |  | Recursos          | Tiempo en campo | Tiempo en aula |
|--|--|--|-------------------|-----------------|----------------|
|  | Enseñanza<br>Rol del docente   | Aprendizaje<br>Rol del estudiante  |                   |                 |                |
| El flujo de energía en los ecosistemas | Explicar con un ejemplo cómo la energía se mueve dentro del ecosistema | Describir cadenas tróficas que se puedan encontrar en las comunidades ecológicas estudiadas. A partir de la definición de las cadenas tróficas, el estudiante elabora una red trófica integrando los componentes del ecosistema. | Cuaderno<br>lápiz | 1 hora          | 1 hora         |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4.3. Secuencia de actividades con roles del docente y estudiante para facilitar la comprensión del concepto de reproducción vegetal

| Práctica de campo grado octavo: reproducción en plantas  |   |   | Lugar: ecosistema de páramo |                 |                |
|--|---|---|-----------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Derecho básico de aprendizaje (MEN 2016).</b> Analiza la diversidad y reproducción (asexual, sexual) de distintos grupos de seres vivos y su importancia para la preservación de la vida en el planeta. |   |   |                             |                 |                |
| Conceptos  | Estrategias   |   | Recursos                    | Tiempo en campo | Tiempo en aula |
|  | Enseñanza<br>Rol del docente  | Aprendizaje<br>Rol del estudiante   |                             |                 |                |
| <b>Orientaciones previas a la práctica de campo</b>  | El docente hace una presentación del lugar de trabajo, los objetivos y la evaluación para desarrollar la práctica de campo. | El estudiante está atento a las instrucciones del docente, toma nota de las indicaciones definidas para la salida de campo. | Cuaderno                    |                 | 1 hora         |
| <b>Origen y diversidad de las plantas</b>  | Punto de encuentro 1 (estación): relatar la historia de la evolución de las plantas con ejemplos de la zona estudiada.      | Ilustración de plantas, del modelo de cada etapa evolutiva.   | Cuaderno<br>Colores         | 1 hora          |                |
| <b>Plantas que se reproducen asexualmente</b>  | Dar ejemplos de plantas de la zona con reproducción asexual (cultivo de papa, fresas y rosas).                              | Siembra y manipulación de productos de la papa y fresa para comprobar la reproducción asexual.                              | Papa<br>Fresas<br>Palas     | 1 hora          |                |

Continúa...

| Conceptos   | Estrategias  |   | Recursos  | Tiempo en campo | Tiempo en aula |
|---|--|---|---|-----------------|----------------|
|   | Enseñanza<br>Rol del docente   | Aprendizaje<br>Rol del estudiante   |   |                 |                |
| <b>Plantas que no producen semillas</b>   | Mostrar ejemplos de musgos, licopodios y helechos, en el recorrido.<br>Indicar las estructuras productoras de esporas en musgos, licopodios y helechos.  | Conformación de grupos de estudio.<br>Identificación de plantas que no producen semillas en la zona.<br>Detallar las estructuras reproductivas utilizando la lupa.<br>Registro fotográfico con las tabletas.<br>Colecta de muestras vegetales de musgos, licopodios y helechos. | Lupas<br>Bolsas plásticas<br>Tabletas<br>Tijera podadora<br>Marcadores<br>Cinta de enmascarar                     | 1 hora          |                |
| <b>Alternancia de generaciones</b>  | Punto de encuentro 2: Tomar y exponer ejemplos de los diferentes estados de desarrollo las plantas que presenten ciclos haplodiploides.  | Ilustración de las etapas y estructuras de las plantas que presenten ciclos haplodiploides.   | Cuaderno<br>Colores   | 1 hora          |                |
| <b>Plantas con semillas desnudas: gimnospermas</b>                                    | Presentar ejemplos de gimnospermas en el recorrido (pino pátula y pino colombiano).<br>Señalar las estructuras reproductivas (conos o piñas).  | Conformación de grupos de estudio.<br>Identificación de plantas gimnospermas.<br>Registro fotográfico con las tabletas.<br>Colecta de muestras vegetales de gimnospermas.   | Bolsas plásticas<br>Tabletas<br>Tijera podadora<br>Marcadores<br>Cinta de enmascarar                              | 1 hora          |                |
| <b>Plantas con semillas cubiertas angiospermas: monocotiledóneas y dicotiledóneas</b> | Presentar ejemplos de angiospermas monocotiledóneas en el recorrido (palmas, vicundos, anturios y orquídeas), angiospermas dicotiledóneas en el recorrido (moquillo, encinos, frailejón, aliso, cancho y manduro). | Conformación de grupos de estudio.<br>Comparación de la semilla y otras estructuras entre monocotiledóneas y dicotiledóneas.<br>Registro fotográfico con las tabletas.<br>Colecta de muestras vegetales de monocotiledóneas y dicotiledóneas.                                   | Tabletas<br>Cámara fotográfica<br>Bolsas plásticas<br>Tijera podadora<br>Cinta de enmascarar<br>Cartulina<br>Lupa | 1 hora          | 2 horas        |
| <b>La flor: órgano más importante en la reproducción de plantas</b>                   | Observación de las diferentes formas florales de las plantas identificadas en el recorrido.<br>Señalar las partes de las flores encontradas en el recorrido.   | Identificación de las diferentes formas florales.<br>Colecta de muestras florales en campo.<br>Ilustración de una flor representativa.<br>Disección de una flor colectada en la práctica de campo.  | Tabletas<br>Cámara fotográfica<br>Bolsas plásticas<br>Tijera podadora<br>Cinta de enmascarar                      | 1 hora          | 2 horas        |

Continúa...

| Conceptos                                  | Estrategias   |  | Recursos  | Tiempo en campo | Tiempo en aula |
|--|---|--|---|-----------------|----------------|
|  | Enseñanza<br>Rol del docente  | Aprendizaje<br>Rol del estudiante  |   |                 |                |
| <b>La polinización y los polinizadores</b> | Exposición de los diferentes tipos de transporte de polen para reproducción de las plantas.<br>Ejemplos de polinizadores (vectores) de la zona. | Ilustración del proceso de polinización.<br>Observación e identificación de aves: colibríes como polinizadores.<br>Observación y captura de insectos polinizadores (abejorros, mariposas, abejas, cucarrones). | Cuaderno<br>Colores<br>Binoculares<br>Guías de campo<br>Lupas<br>Red entomológica<br>Tabletas<br>Fracos plásticos | 1 hora          | 1 hora         |

Fuente: elaboración propia.

El grupo «campo» manifiesta para el concepto de comunidad ecológica un ente mayor al término de población, lo que se reconoce como significativo en el proceso de aplicación de la propuesta de enseñanza, además de las interacciones entre poblaciones de distintas especies (véase la figura 4.5). Tanto las comunidades como las poblaciones influyen en lo viviente de los ecosistemas. El aprendizaje adquirido por los estudiantes da muestra de una mayor comprensión del concepto, debido a que plantean la condición de espacio e interacciones.

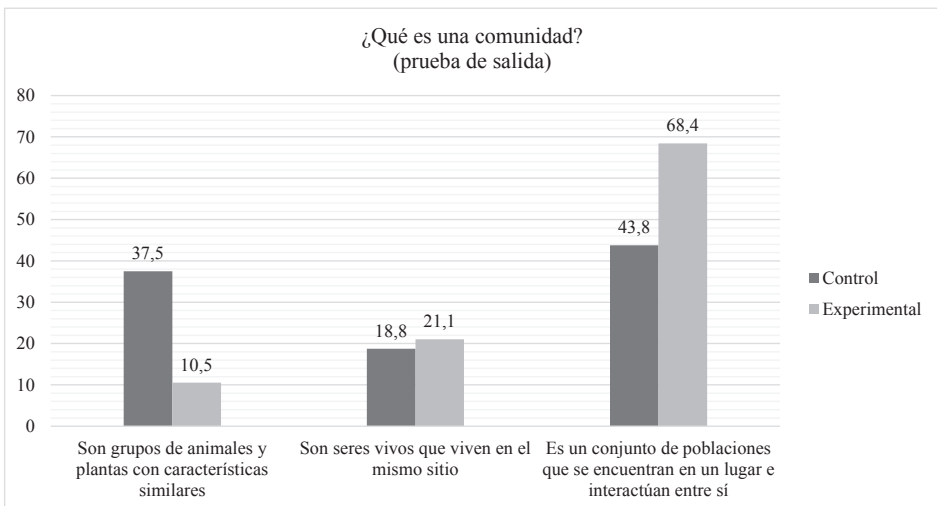
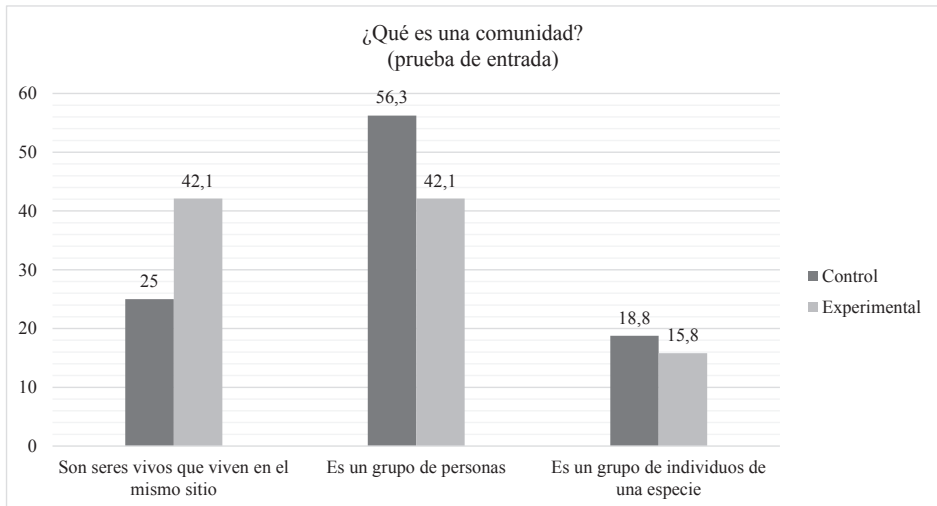
En la prueba de entrada, el grupo «campo» de grado sexto denota el desconocimiento de los conceptos de factor biótico, factor abiótico y flujo de energía, al mencionar definiciones muy alejadas del significado estándar. En las respuestas abiertas de la prueba de salida se presenta un cambio: el 73,7 % de los estudiantes comprende que el factor abiótico determina el ambiente físico donde viven las especies y, en particular, sus interacciones (véase la figura 4.6), como suelo, atmósfera y clima, entre otras. Con respecto al flujo de energía, los estudiantes centran sus respuestas en que es el paso de energía del sol a los seres vivos y de regreso al ambiente (véase la figura 4.7).

Las figuras muestran la comparación de la diversidad de respuestas suministradas por los estudiantes antes y después de desarrollar el trabajo de clase en el grupo “aula” y el desarrollo de las unidades didácticas en clase y excursiones al entorno natural con el grupo “campo”. Cabe resaltar que las respuestas son variadas porque, en su mayoría, nacen de preguntas abiertas y muestran que en la prueba de entrada parten de los diferentes presaberes poco uniformes de los estudiantes. La intervención didáctica influye en una construcción más adecuada de las respuestas de la prueba de salida en los dos grupos; sin embargo, las a las



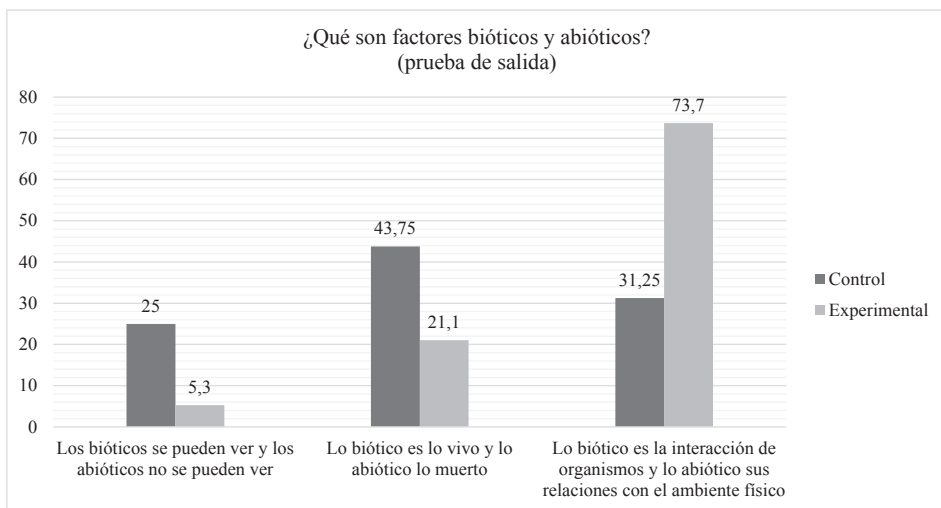
definiciones estándar se presentan en el grupo de estudiantes que desarrolló la práctica de campo, mostrando mayor comprensión de los conceptos y microconceptos relacionados con los ecosistemas.

Figura 4.5. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 2: ecosistemas



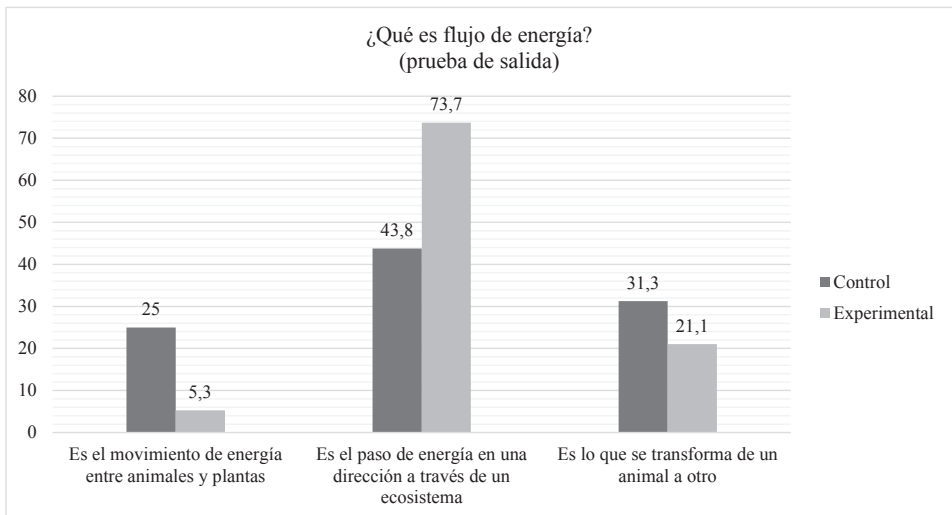
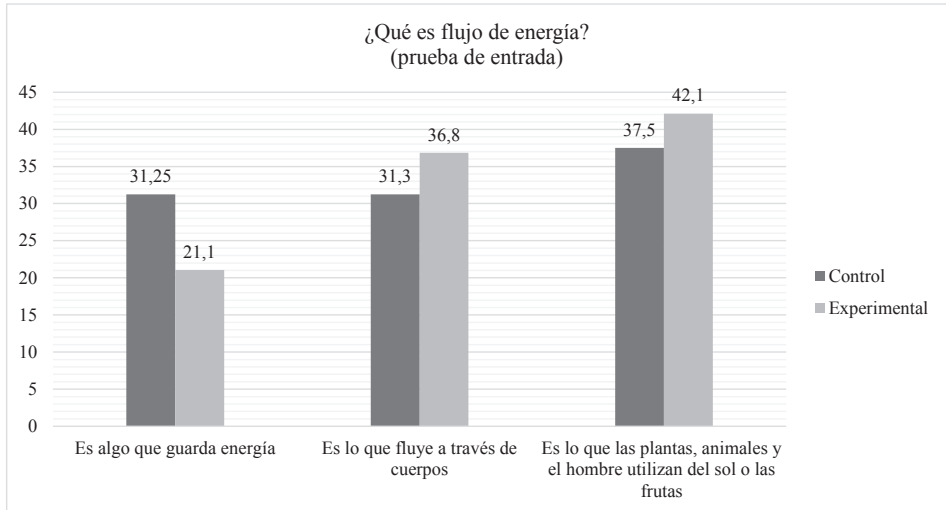
Fuente: elaboración propia.

Figura 4.6. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 3: ecosistemas



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.7. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 4: ecosistemas.



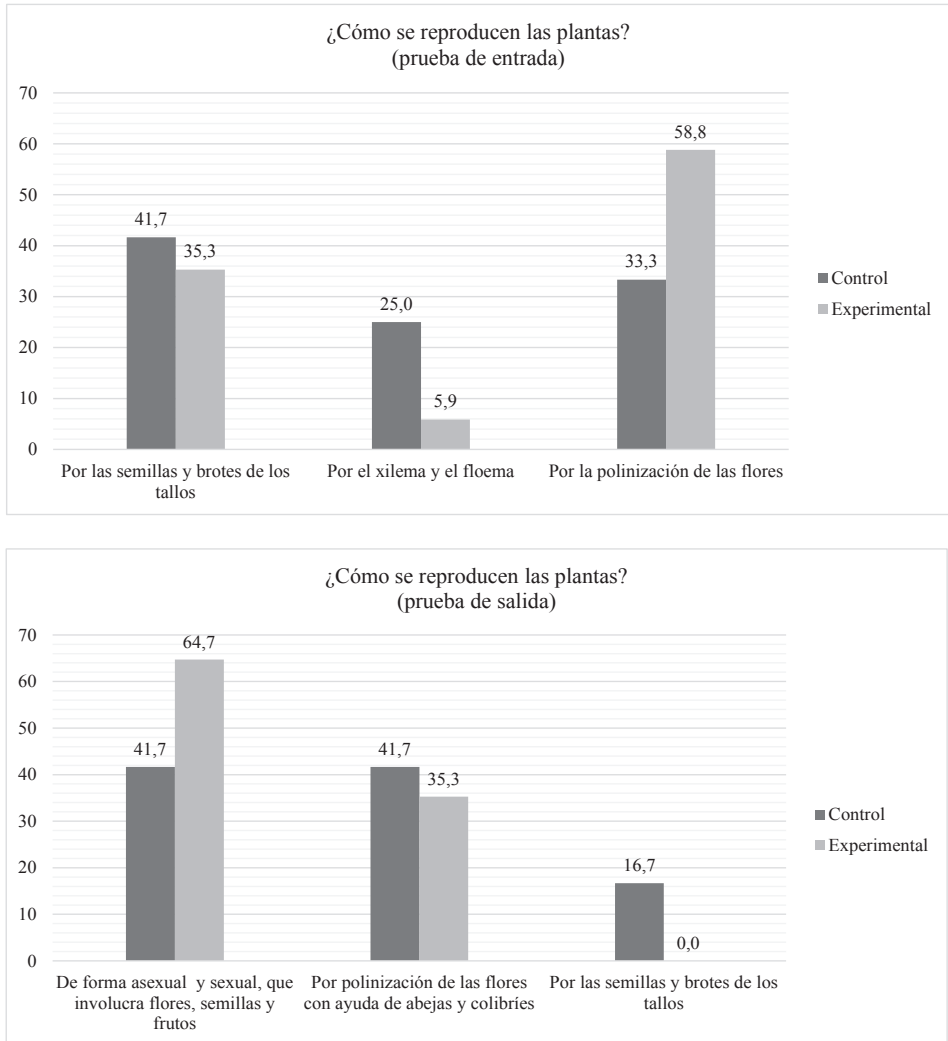
Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, una vez efectuadas las pruebas de entrada y salida de la intervención pedagógica que reafirma el concepto de reproducción vegetal con estudiantes de grado octavo, se presenta un cambio relevante relacionado con los conocimientos que tenían los estudiantes del grupo «campo» del concepto de «reproducción» y la presencia de los «órganos reproductores en las plantas». Las respuestas de las pruebas aproximan al estudiante a comprender que existen dos tipos de reproducción: asexual y sexual. Las figuras 4.8 y 4.9 muestran que la mayoría de los estudiantes se inclinaba por un tipo de reproducción; de esta manera, se verifica que la concepción de los «tipos de reproducción en plantas» era equivocada y con el desarrollo de la propuesta didáctica, este concepto cambió de forma adecuada a las definiciones generales.

Las preguntas de las pruebas también abordaron la importancia de la reproducción vegetal y la función ecológica de las plantas en relación con sus estructuras reproductoras. Algunos identifican al polen como el órgano que permite la reproducción de las plantas y no como las células del proceso de reproducción; en cambio, en la prueba de salida del grupo «campo», el 64,7 % de los estudiantes menciona que las flores y sus partes son las estructuras reproductoras de la mayoría de las plantas. La clarificación del concepto queda palpable en esta comparación, además de mostrar mayor comprensión de los términos científicos.

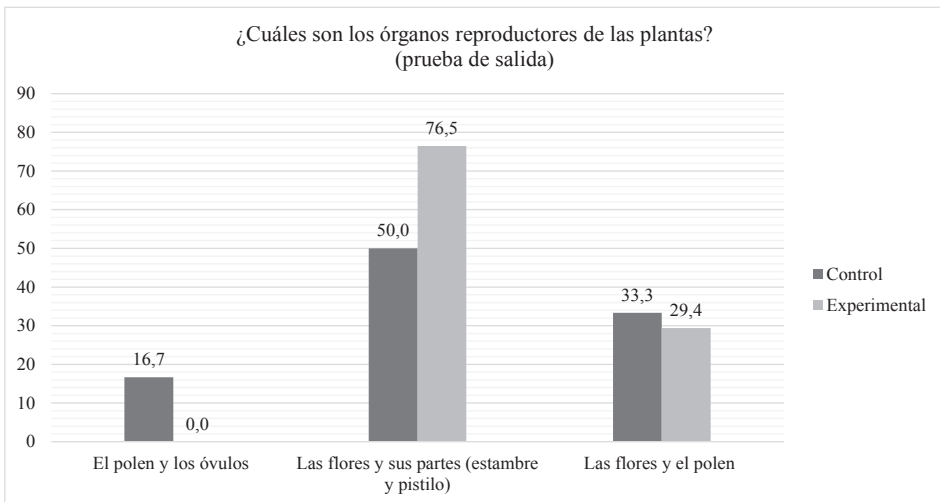
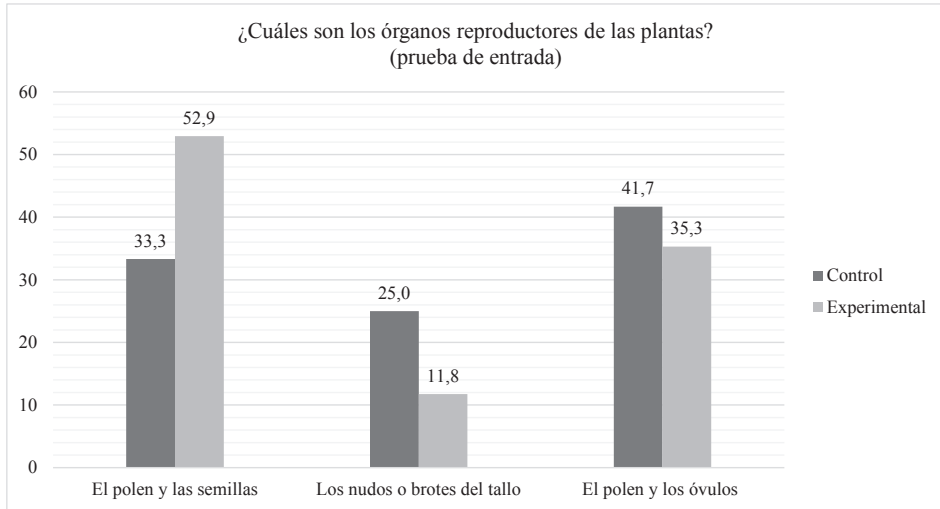
En las figuras 4.10 y 4.11 se muestra el nivel de apropiación que tienen los estudiantes en la aplicación del concepto de reproducción de las plantas en el funcionamiento de la vida; en las respuestas se observan varias inconsistencias o confusiones que posiblemente se relacionan con su falta de conocimiento sobre los ecosistemas aledaños, a pesar de que ellos interactúan permanentemente en sus actividades cotidianas con estos lugares naturales.

Figura 4.8. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 1: reproducción vegetal.



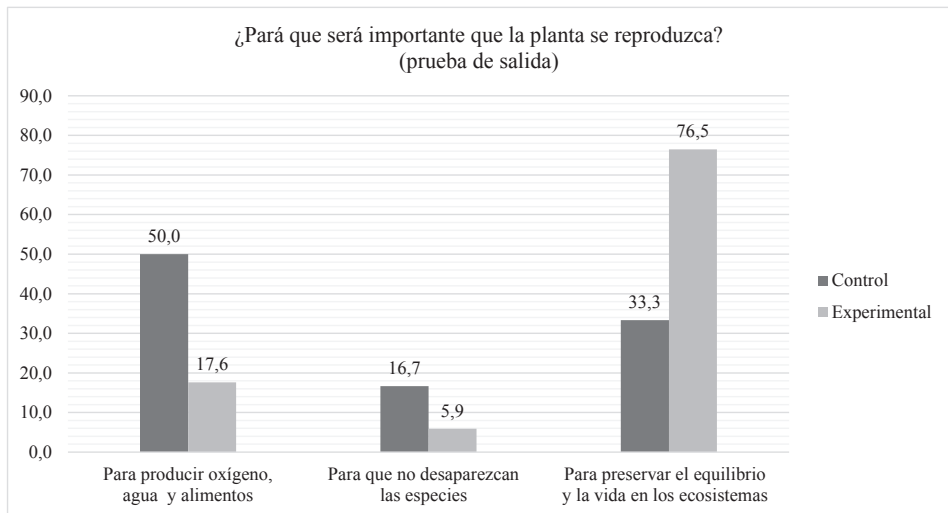
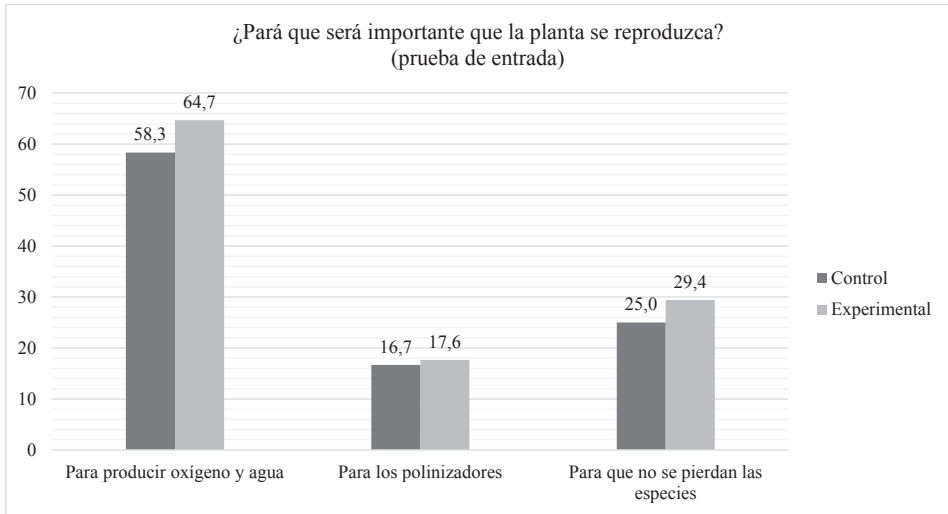
Fuente: elaboración propia.

Figura 4.9. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 2: reproducción vegetal



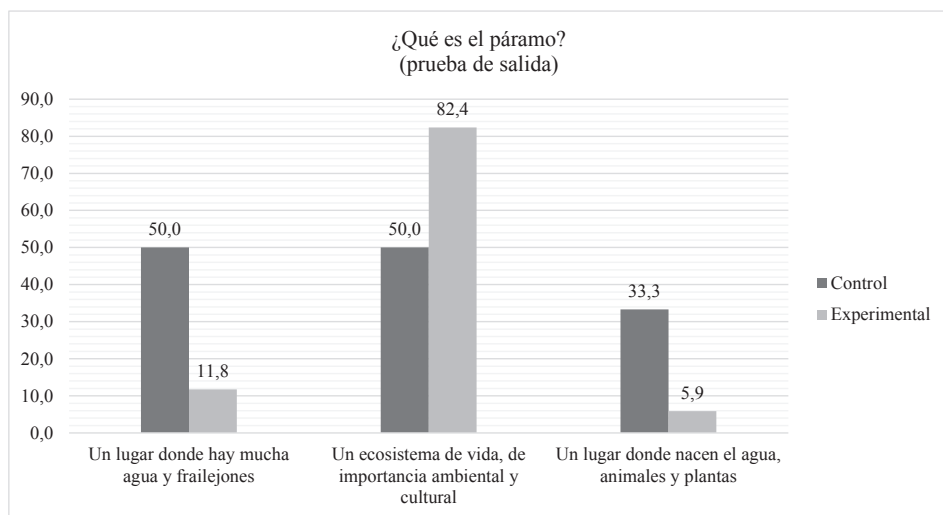
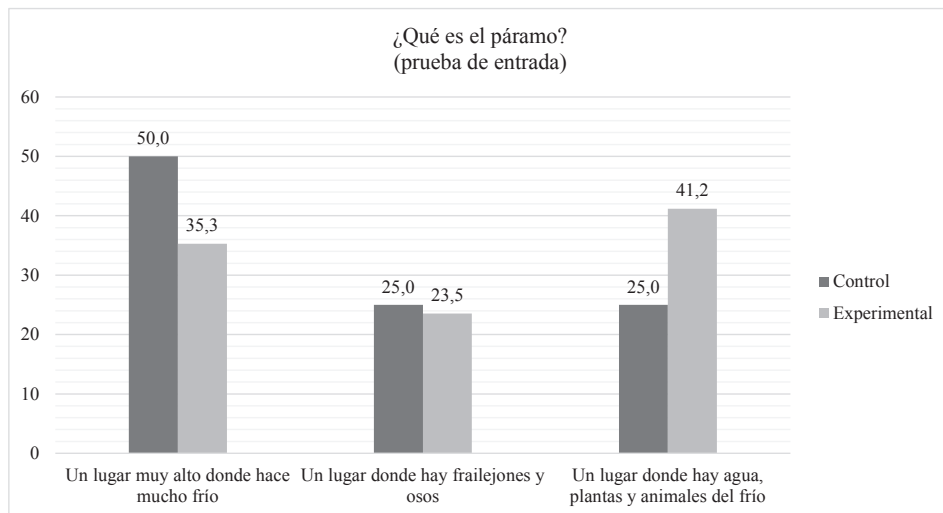
Fuente: elaboración propia.

Figura 4.10. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 3: reproducción vegetal.



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.11. Comparación pruebas de entrada y salida, pregunta 4: reproducción vegetal



Fuente: elaboración propia.



## Discusión y aportes finales

### *Competencia pedagógica de los docentes y percepción de los estudiantes sobre la didáctica en Ciencias Naturales*

En síntesis, la competencia pedagógica del área de Ciencias Naturales en la IEM El Socorro tiene dos posiciones: la percepción de los estudiantes encuestados que en su mayoría revelan el uso de un modelo pedagógico tradicional en el aula, y las apreciaciones de los docentes encuestados que ponen de manifiesto que, si bien se utiliza el enfoque tradicional, sus metodologías vienen desarrollando cambios en favor de métodos y modelos alternativos e innovadores en la enseñanza de las ciencias naturales.

El desarrollo de los conceptos de ciencias es un reto para los profesores y debe partir de conocer el entorno natural más cercano, afianzar el diálogo con los conocimientos del estudiante y aplicar en sus clases ejemplos e investigaciones con flora y fauna nativas de forma permanente y no de manera ocasional como se viene haciendo en la IEM El Socorro.

En los resultados es evidente el nivel de apropiación que tienen los estudiantes en la aplicación de los conceptos de ecosistemas y reproducción de las plantas en el funcionamiento de la vida; sin embargo, también se observa en las respuestas varias inconsistencias o confusiones que posiblemente se relacionan con las dificultades de enseñanza-aprendizaje que se documentan en la caracterización de la competencia docente por parte de los estudiantes y que Chona *et al.* (2006) y Ruiz Ortega (2007) consideran como un factor determinante en la comprensión de conceptos de ciencias.

La propuesta de intervención deja una importante información de diagnóstico para el IEM El Socorro y las demás instituciones de Pasto en entornos naturales inmediatos, en relación con la caracterización pedagógica de las ciencias naturales, teniendo en cuenta la competencia docente bajo las opiniones de los profesores y la percepción de los estudiantes en las maneras de enseñar y aprender significativamente los conceptos de ciencias. Es necesario exponer esta realidad educativa en el área de Ciencias Naturales para repensar permanentemente el quehacer pedagógico que aporte a la solución de las dificultades (de apropiación y de competencias científicas) presentadas en los educandos de la básica secundaria.

### *Uso de la práctica de campo como estrategia didáctica*

Es importante señalar algunos aspectos significativos en el desarrollo y aplicación de las unidades didácticas que tiene la práctica de campo como estrategia de enseñanza en las ciencias naturales, entre ellos, que los estudiantes fueron los principales protagonistas en la aplicación de la propuesta por la motivación en el desarrollo de las prácticas de campo en los diferentes ecosistemas del corregimiento El Socorro, Pasto, que la mayoría de los estudiantes no conocía; y también que, en la aplicación de la propuesta, el docente tuvo otros roles diferentes al de un simple «instructor»: fue facilitador del conocimiento, organizador de la logística de las salidas y sistematizador de la experiencia.

Las prácticas de campo tuvieron una contextualización que abordó la descripción de actividades que afiancen un concepto; esta adaptación contó con un enfoque investigativo que aporta al conocimiento científico escolar. La propuesta pedagógica promovió en los estudiantes el conocimiento de los ecosistemas locales y la reproducción vegetal mediante definiciones que tradicionalmente se construyen en el aula de clase, además de aportar la sensibilización y concienciación frente a una difícil situación del contexto ambiental en el corregimiento El Socorro.

La estrategia de enseñanza-aprendizaje, tomando como referencia la práctica de campo, se proyecta como una propuesta significativa en las ciencias naturales debido a que permitió a los educandos desarrollar la mayoría de las competencias específicas en ciencias establecidas por el Icfes (2007), como capacidad de identificar, uso de conocimiento científico, explicación de fenómenos, indagación, trabajo en equipo y disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente.

Se adaptaron diversas metodologías y recursos didácticos para favorecer la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos relacionados con ecosistemas y reproducción vegetal, buscando particularmente la motivación, la lectura del contexto natural, la conexión de los sentidos, la reflexión permanente y el bienestar del estudiante en la clase de Ciencias Naturales.

Por otra parte, la sistematización de la propuesta se enriqueció con la aplicación de pensamiento computacional mediante el uso de dispositivos digitales como computadores portátiles y tabletas de la institución; con estos artefactos fue posible que los estudiantes hicieran el registro fotográfico de los ejemplares

de flora, fauna y elementos del paisaje encontrados en los sitios explorados con las prácticas escolares de campo, y así aportar a la escasa información existente de la biodiversidad local en los ecosistemas del corregimiento El Socorro (véase la figura 4.12).

Como resultado adicional, se reportaron en las diferentes prácticas de campo de ecosistemas y reproducción vegetal más de 120 especies de flora que documentan la diversidad de plantas de la zona donde se ubica la institución educativa; estos registros se compartieron en el contexto mundial mediante la plataforma digital de ciencia ciudadana naturalista Inaturalist, que en Colombia es administrada por el Instituto de Investigaciones en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Además, los registros de las especies de colibríes se cargaron digitalmente en la plataforma de aves eBird de la Universidad de Cornell.

**Figura 4.12. Fotografía de la práctica de campo en el ecosistema Páramo Las Ovejas-Tauso en Pasto, Nariño**



Fuente: fotografía del autor.

### *Aplicación de la propuesta de enseñanza-aprendizaje con énfasis en la práctica de campo*

La práctica de campo realizada con estudiantes del grupo «campo» de grado sexto al bosque alto andino colombiano para afianzar el concepto de ecosistema les permitió consolidar sus conocimientos y comprender que este es un espacio natural donde se encuentran muchos elementos biológicos y ecológicos

que ellos pudieron vivenciar, además de comprender, con ejemplos «reales», los niveles de organización que se presentan en el bosque, como comunidades y poblaciones de aves, árboles maderables y anfibios, entre otros. Asimismo, tomando como referencia a Amórtegui y Correa (2012), se puede afirmar que la práctica de campo favoreció la enseñanza del concepto de ecosistema, al generar nuevos conocimientos y preguntas de ciencia en los educandos.

La comparación entre diferentes metodologías permitió al docente favorecer el aprendizaje de conceptos de ciencias, y particularmente explorar la biodiversidad local. Entonces la práctica de campo se utilizó como pretexto para el reconocimiento de cada una de las especies registradas en el bosque alto andino y el páramo. Las actividades de campo adelantadas con los dos grados escolares (grupos «campo») fueron apropiadas para motivar a los alumnos de estas zonas rurales y lograr un aprendizaje significativo, además de acciones vivenciales y reflexivas al momento de desarrollar sus clases de Ciencias Naturales y Educación Ambiental en el contexto de la IEM El Socorro.

Un elemento para resaltar de la propuesta desarrollada fue el afianzamiento de la forma de conceptualizar los términos de ciencias naturales, como en el desarrollo de la práctica de reproducción vegetal, donde el estudiante identifica, ilustra, comprende y colecta muestras de la flora local, tratando de encontrar plantas que tengan estructuras reproductoras como flores y frutos, e involucrándose de forma directa en la construcción de conocimiento desde la función de reproducción. De igual manera, las excursiones a campo desarrollan actitudes positivas en el componente ambiental debido a que la mayoría de los estudiantes reconoció el valor de la función ecológica de las plantas en el ecosistema de páramo y cómo su comprometida conservación permitirá mantener todos los bienes y servicios ambientales que tiene el corregimiento El Socorro.

En síntesis, el cambio o transformación de las respuestas se ve claramente en los resultados de la comparación de pruebas de entrada y salida de los grupos «campo» de grados sexto y octavo; en menor grado, las respuestas del grupo «aula» que no hizo la práctica de campo. A la propuesta didáctica no todos responden correctamente, pero sí la mayoría del estudiantado intervenido; esto demuestra la importancia de las actividades prácticas en las clases de Ciencias Naturales, produciendo un cambio positivo en el aprendizaje de conceptos relacionados con los ecosistemas, reproducción vegetal y, en general, la biodiversidad desde el enfoque holístico.

También, se revalida el empleo de formas alternativas de impartir el conocimiento, en particular, fuera del aula de clases, aprovechando un maravilloso contexto natural que potencia cualquier idea o conocimiento acerca de la naturaleza de la vida y donde los responsables directos son los docentes como facilitadores del conocimiento científico y de la promoción de valores que conduzcan a mejores actitudes y prácticas ambientales frente al entorno natural. Este tipo de pedagogías aún tiene un vacío en el contexto educativo colombiano; de ahí que sea necesario promover y diseñar intervenciones en formación científica y resolver los retos para docentes y estudiantes que propicien integrar este tema a los currículos institucionales.

Finalmente, esta investigación presenta una propuesta didáctica en Ciencias Naturales, con enfoques alternativos y formas de enseñanza ajustadas al contexto rural de los estudiantes, con un alto grado de replicabilidad en varios escenarios, en especial el sector rural del municipio de Pasto y en toda Colombia, que se caracteriza por tener un panorama desfavorable en términos de calidad de educación y falta de cultura ambiental hacia la conservación del medio natural.

## Referencias

- Acevedo-Díaz, J. A., García-Carmona, A., Aragón-Méndez, M. del M., y Oliva-Martínez, J. M. (2017). Modelos científicos: significado y papel en la práctica científica. *Revista científica*, 30(3), 155-166. <https://doi.org/10.14483/23448350.12288>
- Aragón Méndez, M. del M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 1(2), 109-121. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3962>
- Amórtegui, E., y Correa, M. A. (2012). *Las prácticas de campo planificadas en el proyecto curricular de Licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional. Caracterización desde la perspectiva del conocimiento profesional del profesor de Biología*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Casas Moreno, A. F. (2013). *Colombia en PISA 2012. Informe nacional de resultados. Resumen ejecutivo*. ICFES.
- Chona, G., Arteta J., Martínez, S., Ibáñez, X., Pedraza, M., y Fonseca, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (20), 62-79. <https://doi.org/10.17227/ted.num20-1061>

- Compiani, M. (1996). Fieldwork teaching and the in-service training of primary/secondary school science teachers in Brazil. En D. A. V. Stow; G. J. H. McCall (editors) *Geoscience Education and Training: In Schools and Universities, for Industry and Public Awareness* (pp. 329-340). A. A. Balkema.
- Corzo López, M. V., y Zuluaga López, J. (2013). *Las posibilidades de enseñanza- aprendizaje de la biodiversidad a través de las prácticas de campo en el eje curricular diversidad* Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. [trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1818>
- Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A., y Massarini, A. (2008). *Curtis. Biología* (7ª edición). Editorial Médica Panamericana.
- García G., J., y Martínez B. F. J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 175-184. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n2.212>
- González, W. O. L. (2013). El estudio de casos: una vertiente para la investigación educativa. *Educere*, 17(56), 139-144. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/educere/article/view/12511>
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2007). *Fundamentación Conceptual. Área de Ciencias Naturales*. <http://bit.ly/3F9l8Pn>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2016). *Resumen Ejecutivo. Colombia en PISA 2015*. [https://www.icfes.gov.co/documents/39286/1125697/Informe\\_resumen\\_ejecutivo\\_resultados\\_colombia\\_PISA\\_2015.pdf](https://www.icfes.gov.co/documents/39286/1125697/Informe_resumen_ejecutivo_resultados_colombia_PISA_2015.pdf)
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Ministerio de Educación y Cultura.
- Lima Santos, A. (2013). *Una propuesta de estrategias didácticas para el aprendizaje significativo de conceptos ecológicos relacionados con la biodiversidad* [tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/89476>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer*. Espantapájaros Taller.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2007). *Estándares básicos de competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. <http://bit.ly/3Exshr7>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje.V.1. Ciencias Naturales*. Panamericana. <http://bit.ly/3gz697G>

- Niño Rojas, V. M. (2019). *Metodología de la investigación: diseño, ejecución e informe* (2ª edición). Ediciones de la U.
- Ruiz Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 3(2), 41-60. <http://bit.ly/3if13y4>
- Schwartz, S., y Polishuke, M. (1995). *Aprendizaje activo: una organización de la clase centrada en el alumnado*. Narcea Ediciones.
- Solomon, E. P., Berg, L. R., y Martin, D.W. (2013). *Biología* (9ª edición). Cengage Learning.
- Torres Mesías, J. A.; Pachajoa Pachajoa, L. X.; Pantoja Burbano, R. (2014). Resultados de las Pruebas Saber en el grado quinto del área de las ciencias naturales en tres instituciones educativas oficiales del municipio de Pasto. *Fedumar Pedagogía y Educación*, 1(1), 55-69. <http://bit.ly/3EzAMSj>
- Velasco, A. (1998). El aula es el bosque: una alternativa ambiental en la escuela. *Alegría de Enseñar*, (34), 46-53. <https://catalogo.cenda.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2360>
- Yin, R. K. (1984). *Case Study Research: Design and Methods, Applied Social Research Methods Series*. Sage.





## **Capítulo 5. Estudio sobre la flora medicinal del norte de Colombia para fortalecer las competencias científicas\***

Emilio José Arrieta García

Shirley del Carmen Ramos Navas

Tomás Enrique Díaz Miranda

Dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje es importante apuntar hacia la articulación escuela-comunidad; de esta manera, el currículo no será ajeno a las situaciones que acontecen en la vida cotidiana. En este sentido, desde el área de Ciencias Naturales de una institución educativa oficial se ha planteado una propuesta enfocada al estudio sobre la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba, para el desarrollo de las competencias científicas en estudiantes de básica secundaria y media sobre la base del trabajo realizado dentro de un semillero de investigación en fitoquímica. En cuanto al despliegue metodológico, su fundamentación se basó en una ruta cualitativa y una investigación descriptiva; la técnica empleada fue la observación participante, cuyos datos e información fueron compilados por medio del diario de campo y la recepción de testimonios. Además, los estudiantes presentaron una prueba diagnóstica final para medir el nivel de desempeño de las competencias científicas de indagación, el uso comprensivo del conocimiento científico y la explicación de fenómenos durante el trabajo llevado a cabo en el semillero. A partir de lo anterior y de la búsqueda de información, los estudiantes fortalecieron habilidades propias de las competencias científicas descritas, lo que se demostró a partir de los resultados de la prueba final. De igual forma, estos resultados indican que el uso de las plantas con propiedades medicinales es una práctica vigente en esta zona del país y desde la escuela se contribuye a la salvaguarda del saber tradicional, lo que permite sustentar el papel trascendental de este en los territorios.

\* Para citar este capítulo: <https://doi.org/10.22430/9789585122819.05>

## Introducción

La escuela, en su papel de formación en los ámbitos cognitivo, procedimental y afectivo, debe proveer las herramientas necesarias para que se logre un proceso integral en el que el saber cumpla un rol principal como mediador en el aprendizaje. De acuerdo con lo anterior, Morin (1999) promueve la necesidad de lograr el vínculo escuela-comunidad a partir de experiencias que le permitan al estudiante comprender la aplicabilidad directa de los contenidos en situaciones de la vida cotidiana. Romero (2019) advierte sobre la pertinencia que se debe tener al momento de diseñar material pedagógico que, precisamente, aporte hacia el vínculo del contenido con lo que realmente sucede en el contexto. Ante este escenario, el saber no solo debe privilegiar el contenido disciplinar, sino considerar la integridad que se puede conseguir con un abordaje mucho más profundo.

Esta prevalencia del contenido por encima de las demás dimensiones del saber se notó marcadamente en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales en una institución educativa oficial de Planeta Rica, Córdoba. En consecuencia, el estudiante ejercía un rol pasivo al limitarse a la recepción de información que luego era consignada al pie de la letra en un cuaderno, sin considerar un amplio rango de opciones que podrían hacer de este proceso una oportunidad para aprender significativamente de cara a las competencias del siglo XXI (Almerich *et al.*, 2020). Por consiguiente, la situación descrita tenía impacto directo en cuanto a los resultados obtenidos tanto en las pruebas realizadas en la institución educativa como en otras dirigidas por estamentos nacionales (pruebas Saber).

Los resultados obtenidos en las pruebas Saber, en términos generales, muestran un desempeño mínimo en cuanto al desarrollo de las habilidades que integran las competencias científicas que se evalúan en Colombia. Para el caso puntual de la institución educativa intervenida, los resultados reportados para los grados quinto y noveno en los años 2014 y 2016 indican que, para el primer caso, el 53 % de los estudiantes se mantiene en nivel mínimo y el 10 % en insuficiente; para el caso de noveno grado, el 55 % se encuentra en nivel mínimo y el 27 % en nivel insuficiente. En cuanto a los resultados de las pruebas Saber 11 en los años 2016, 2017 y 2018 los estudiantes, en un porcentaje superior al 50 %, están en el nivel mínimo y lo ideal sería que gran parte estuviese en un nivel satisfactorio. Según puede apreciarse, los resultados indicados denotan falencias en cuanto a los procesos de enseñanza y aprendizaje impartidos.

De acuerdo con lo anterior, la prevalencia de resultados en niveles mínimo e insuficiente llamó la atención de las directivas y docentes de la asignatura de Ciencias Naturales quienes, luego de un proceso de reflexión, asumieron la responsabilidad de buscar y aplicar estrategias que permitieran impactar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, no solo desde el aspecto académico, sino en la totalidad del proceso formativo. Dentro de las estrategias se consideró la creación de un semillero de investigación en el área de Ciencias Naturales como una opción que permitiera el fomento de la investigación escolar. Con ello, se buscó abordar el fortalecimiento de las competencias científicas para impactar positivamente en el nivel de desempeño en esa área.

Por tal razón, fue importante considerar diversas posturas en cuanto a la definición de las competencias científicas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), por medio de la prueba trienal realizada en el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), sostiene que las competencias científicas hacen referencia a la habilidad que desarrollan las personas en su proceso de formación, lo que permite articular la ciencia con situaciones problemáticas de interés y, a su vez, reflexionar en forma crítica (OCDE, 2017). Se destaca de esta postura la relevancia que se le da a la necesidad de articular el contexto con el currículo escolar si se desea lograr que, efectivamente, los estudiantes desarrollen las competencias científicas.

Otra explicación de las competencias científicas la da el Ministerio de Educación Nacional (MEN) que las presenta como el medio para favorecer el desarrollo del pensamiento científico. Por tanto, se permite la formación de personas responsables de sus actuaciones, críticas y reflexivas, que valoren la ciencia desde un enfoque holístico de acuerdo con las demandas del contexto (MEN, 2010). Se destaca en esta definición que, de forma análoga al enunciado de la OCDE, se da protagonismo al vínculo que debe existir entre la escuela y el currículo para que los estudiantes desarrollen habilidades que les permitan desenvolverse óptimamente en las situaciones de aprendizaje que afrontan de manera habitual en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con el propósito de conocer si en las instituciones educativas el proceso de enseñanza-aprendizaje se encamina hacia el fortalecimiento de las competencias científicas, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) lleva a cabo la prueba Saber, la cual es diseñada y aplicada para atender niveles de grados específicos. Con la aplicación de esta prueba se indica si, de

acuerdo con el nivel de grado cursado, los estudiantes están obteniendo resultados satisfactorios, lo que permite interpretar si el aprendizaje va en concordancia con el desarrollo de dichas competencias. Es importante señalar que, actualmente, en las pruebas Saber para Ciencias Naturales se evalúan habilidades tales como la explicación de fenómenos, el uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación.

Para apuntar hacia el fortalecimiento de las competencias científicas en las habilidades descritas, se consideró la creación y puesta en marcha de un semillero de investigación en la línea de investigación fitoquímica en el cual los alumnos pudieran estudiar la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica. Se esperaba que con la participación de estos se generaran interés y motivación en su proceso de aprendizaje, sin la presión habitual de la calificación. Es innegable que este escenario obligaba también a una configuración del proceso de enseñanza tradicional del docente de Ciencias Naturales, lo cual se hacía posible gracias a la disposición de considerar las situaciones de la vida cotidiana para que el estudiante comprendiera la relevancia de un contenido en la explicación de estas, es decir, procurando consolidar un aprendizaje significativo (Maury *et al.*, 2017). De esta forma, se contribuía con la ruptura de la cadena esclavizante que representa la transmisión unidireccional de contenido como un acto de liberación del atontamiento y servidumbre, tal como lo plantean González *et al.* (2020).

Es así como se logra dar protagonismo al estudiante en su proceso de aprendizaje a partir de la liberación de un proceso clásico con prevalencia en la voz del docente, siendo el semillero de investigación el espacio que permite reconsiderar el rol del estudiante. Llama la atención el concepto que Ulloa *et al.* (2020) dan acerca de los semilleros de investigación al considerarlos «como un lugar de intersección —y creación— de subjetividades» (p. 77). Se puede interpretar la importancia que se da a la palabra teniendo en cuenta que, en este caso, las personas de la comunidad poseen unos saberes que, al ser compartidos con las nuevas generaciones, aportan conocimientos en aras de enriquecer el marco conceptual disponible, lo que contribuirá en la construcción de nuevos aprendizajes a partir de experiencias propias y ajenas que permitan dar respuesta a las exigencias que demandan el contexto y la sociedad. De ahí que se promueven iniciativas para que se lleven a cabo investigaciones partiendo de un ejercicio temprano desde la escuela, siendo esencial la investigación formativa para este propósito (Flores *et al.*, 2019).

El semillero de investigación, como espacio de interacción social en la escuela, permite el desarrollo de actividades formativas que convergen en acciones concretas de investigación. Por consiguiente, se realiza un proceso de estructuración de actividades que incluyen organización, consulta de material bibliográfico (con especial énfasis en bases de datos como Google académico) y, en lo posible, divulgación de los resultados tanto en el interior de la institución educativa como en el ámbito externo, en eventos académicos y científicos de índoles local, regional, nacional e internacional; todo esto aporta a la construcción del conocimiento (Caamaño *et al.*, 2018).

Por lo tanto, para potenciar la construcción del conocimiento dentro del proceso metodológico en un semillero de investigación se deben considerar seis características de acuerdo con lo que señalan Pepper-Loza y Terán-Vega (2020), Gómez Miranda *et al.* (2019) y Maury *et al.* (2017): autonomía en las actividades, la voluntariedad del estudiante, ajuste al tiempo de este, la investigación formativa, la socialización y el trabajo colaborativo. Además, se hace conveniente que un semillero cuente con el aval de un grupo de investigación con reconocimiento en una universidad (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2020), lo que se puede lograr a partir del establecimiento de convenios interinstitucionales. Estas características se cumplen en el semillero de investigación fitoquímica, ya que, además del despliegue metodológico elegido, se cuenta con la asesoría de un grupo de investigación avalado por Colciencias.

De acuerdo con lo anterior, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo fortalece las competencias científicas en estudiantes de básica, secundaria y media de una institución educativa oficial el trabajo realizado en un semillero de investigación fitoquímica sobre el estudio de la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba?

## Metodología

La investigación fue llevada a cabo en la zona urbana del municipio de Planeta Rica, Córdoba, a 87 msnm y a 50 km de la ciudad de Montería, capital del departamento. Dentro de las prácticas socioculturales que más destacan allí se encuentra el uso de plantas con propiedades medicinales como primera opción para el tratamiento de enfermedades.

Teniendo en cuenta el uso de la flora medicinal nativa, en aras de articular el currículo con situaciones del contexto, en la institución educativa intervenida se creó un semillero de investigación fitoquímica con la participación de 26 estudiantes de los niveles de básica secundaria y media. Como requisitos para hacer parte de dicho semillero, se solicitó que los estudiantes:

1. Participaran de forma voluntaria y manifestaran el deseo e interés por sumarse a la aventura de explorar los recursos naturales.
2. Estuvieran matriculados en la institución educativa.
3. Quisieran aprovechar su tiempo libre.
4. Desearan establecer diálogos con iguales en un ambiente de respeto, tolerancia y empatía.

Lo anterior, con el propósito de estudiar las plantas medicinales que han sido usadas sistemáticamente para el tratamiento de enfermedades por parte habitantes de la zona urbana de Planeta Rica y, a la vez, como pretexto para el desarrollo de las competencias científicas mediante una experiencia extracurricular.

El proceso metodológico que se tuvo en cuenta en el semillero coincidió con lo mencionado por Maury *et al.* (2017) en cuanto a que es un proceso de índole extracurricular sustentado por la inexistencia de ejes temáticos que le den el carácter de asignatura. Al respecto, en el caso hipotético de que llegase a existir como tal, no sería garantía de realizar procesos inherentes de la indagación científica si se continúa con prácticas meramente academicistas y sancionatorias. Por tal razón, en el semillero de investigación se trabajó en un horario contrario al de las clases, lo que demostró el interés de los estudiantes por hacer parte de él.

En cuanto al estudio sobre la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba, para fortalecer el desarrollo de las competencias científicas, se consideró la investigación cualitativa interpretativa. Según Strauss y Corbin (2002), por medio de esta se permite tener apertura mental, “tener la voluntad de escuchar y de darles la voz a los participantes [...] significa oír lo que otros tienen para decir, ver lo que otros hacen y representarlos tan precisamente como sea posible” (p. 48). Asimismo, una característica distintiva de esta perspectiva es contar con un proceso riguroso de interpretación de los datos obtenidos. Cabe resaltar que los citados autores exponen que la importancia de la investigación cualitativa radica en que permite justificar el proceso que se lleva

a cabo para llegar a metas puntuales de formación, como es el caso del estudio sobre la flora medicinal de Planeta Rica, Córdoba, para el fortalecimiento de las competencias científicas.

De igual forma, el estudio sobre la flora medicinal nativa para el fortalecimiento de las competencias científicas se enmarca en una investigación descriptiva que, de acuerdo con Hurtado (2012), permite dar a conocer información que ha sido recopilada en tiempo real y tal como se presenta en la inmediatez de la práctica. Por esta razón, en el semillero se adoptó la técnica de la observación participante, cuyos datos e información fueron recopilados por medio del diario de campo y la recepción de testimonios orales. Es importante señalar que los estudiantes recopilaron la información necesaria para el estudio sobre la flora medicinal mediante un formato de encuesta etnobotánica aplicada a 45 personas de edad avanzada, quienes eran residentes de la zona urbana de Planeta Rica y poseían el saber tradicional respectivo; además, se adelantaron tanto la identificación taxonómica como las pruebas de laboratorio para determinación de los principios activos presentes en algunas de las plantas reportadas.

En cuanto a los aprendizajes de los estudiantes se llevaron a cabo dos pruebas escritas. Antes de iniciar los encuentros en el interior del semillero los estudiantes presentaron una prueba diagnóstica; una vez culminado el trabajo efectuaron una prueba final para comparar el nivel de desempeño logrado en cuanto al fortalecimiento de las competencias científicas a partir del estudio sobre la flora medicinal. Las preguntas de ambas pruebas fueron de selección múltiple con única respuesta, obtenidas de cuadernillos liberados por el Icfes y hacían énfasis en las habilidades propias de las competencias científicas como la indagación, el uso comprensivo del conocimiento científico y la explicación de fenómenos, por ser precisamente las habilidades evaluadas en la prueba estatal Saber. La información anterior se analizó por medio de estadística descriptiva.

Como valor agregado a la experiencia, se optó por la creación de un jardín botánico de índole institucional, la divulgación de resultados esperados en ferias, encuentros, congresos o revistas, y el establecimiento de convenios con entidades que apoyan la investigación desde la escuela como la Red Colombiana de Semilleros de Investigación (REDCOLSI) y el Grupo de Investigación en Productos Naturales de la Universidad de Sucre (Gipnus).

## Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de la información recopilada. En primera instancia, se muestran en forma descriptiva tanto lo obtenido luego de la aplicación de la técnica de recolección de información como el resultado de la determinación taxonómica. Se finaliza mencionando aquellos derivados de las pruebas (diagnóstica y final) y lo correspondiente a la presentación o divulgación de resultados en diversos escenarios académicos.

### *Encuesta etnobotánica*

El ejercicio investigativo llevado a cabo permitió que los estudiantes describieran un total de 70 especies vegetales usadas para el tratamiento de diversas enfermedades; la información fue brindada gracias a que el saber tradicional se ha preservado de generación en generación. Este aspecto denota la importancia del hallazgo descrito en cuanto a la responsabilidad que debe asumir la generación actual en aras de salvaguardar el conocimiento tradicional acerca de la utilización de la flora medicinal en esta zona del país. Los estudiantes fortalecieron, sobre todo, habilidades como la indagación y el uso comprensivo del conocimiento científico cuando aplicaron la encuesta etnobotánica a adultos y adultos mayores residentes en la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba y sistematizaron la información recolectada en ella. Algunas de las plantas descritas se señalan en la tabla 5.1.

**Tabla 5.1. Plantas medicinales de mayor uso entre los habitantes de la zona urbana de Planeta Rica (Córdoba)**

| Nombre común | Categorías  |                  |   |
|--------------|---|------------------|---|
|              | Uso   | Parte empleada   | Forma de administración                           |
| Achiote      | Preparación de alimentos, quemaduras                | Semillas y hojas | Semillas sumergidas en aceite. Hojas en emplastes |
| Albahaca     | Repelente de insectos, problemas digestivos         | Planta completa  | Infusión  |
| Algodón      | Actividades diurética y hemostática                 | Hojas            | Emplastes e infusión                              |
| Altamisa     | Dolores en el cuerpo, abortivo, rituales religiosos | Hojas            | Emplastes   |

*Continúa...*



| Nombre común     | Categorías  |                          |                              |
|------------------|---|--------------------------|------------------------------|
|                  | Uso   | Parte empleada           | Forma de administración      |
| Árnica           | Antiinflamatorio  | Hojas                    | Emplaste                     |
| Boldo            | Problemas digestivos y del hígado                             | Hojas, flores y frutos   | Infusión y emplaste          |
| Cabalonga        | Eliminación de verrugas y tumores                             | Hojas y frutos verdes    | Emplastes                    |
| Cadillo          | Astringente y diurético                                       | Planta completa          | Emplaste y baños             |
| Cavaboyo         | Alimentación y antiinflamatorio                               | Hojas                    | En comidas e infusión        |
| Coquito          | Antiinflamatorio  | Tubérculo                | Infusión                     |
| Curarina         | Tratamiento de la varicela                                    | Hojas                    | Emplastes                    |
| Espinaca costeña | Alimento y tratamiento de la anemia                           | Hojas y frutos           | En comidas y jugos           |
| Eucalipto        | Problemas respiratorios, antidiabético y bactericida          | Hojas                    | Infusión y baños             |
| Guanábana        | Alimentación, desinflamatorio y tratamiento del cáncer        | Fruto                    | Consumo directo, jugos       |
| Guayaba agria    | Laxante, hipertensión y problemas cardíacos                   | Frutos                   | Jugos                        |
| Yerba santa      | Antiparasitario, problemas respiratorios                      | Planta completa          | Infusión, emplaste           |
| Malambo          | Insecticida   | Hojas                    | Baños                        |
| Mata de plátano  | Comestible, bronquitis y tratamiento del colesterol           | Fruto y hojas            | Consumo directo e infusiones |
| Matarratón       | Insecticida, infecciones de la piel                           | Hojas y flores           | Emplastes y baños            |
| Millonaria       | Estimulante del sistema nervioso                              | Hojas                    | Infusiones                   |
| Moringa          | Alimentación, problemas respiratorios, digestivos, relajante  | Hojas, flores y semillas | Comidas, infusiones          |
| Naranja agria    | Alimento, tratamiento del colesterol, problemas respiratorios | Fruto y hojas            | Jugos y baños                |
| Naranja dulce    | Alimento, tratamiento del colesterol, problemas respiratorios | Fruto y hojas            | Jugos y baños                |
| Níspero          | Alimento, expulsión de cálculos en riñones                    | Fruto y semillas         | Jugo e infusión              |

Continúa...

| Nombre común      | Categorías  |                 |                                |
|-------------------|---|-----------------|--------------------------------|
|                   | Uso   | Parte empleada  | Forma de administración        |
| Orégano           | Alimentación, problemas respiratorios, dolor de oído, dolores musculares  | Hojas           | En comidas, infusión, emplaste |
| Paico/yerba santa | Antiparasitario y en rituales religiosos                                  | Planta completa | Infusión y emplaste            |
| Palma de coco     | Antiinflamatorio  | Fruto           | Consumo directo                |
| Roble             | Antidiarreico, antiinflamatorio   | Hojas           | Infusión y baños               |
| Rosa amapola      | Conjuntivitis y antiparasitaria   | Hojas y flores  | Infusión                       |
| Sábila            | Problemas digestivos, cicatrizante y cuidado de la piel y el cabello      | Pulpa           | Consumo directo, emplaste      |
| Salvia            | Problemas respiratorios, dolores en el cuerpo                             | Hojas y flores  | Infusión y baños               |
| Santa María       | Mordeduras de serpientes  | Hojas           | Emplastes                      |
| Sauco             | Dolores articulares, problemas respiratorios, antiinflamatorio            | Frutos y hojas  | Infusiones y emplastes         |
| Siempre-viva      | Antimalárica, trata la fiebre y la amigdalitis                            | Flores y hojas  | Infusiones y baños             |
| Tabaco            | Antiinflamatorio  | Hojas           | Emplaste                       |
| Toronjil          | Problemas del sistema nervioso, antiinflamatorio y tratamiento de dolores | Planta completa | Infusión y baños               |
| Totumo            | Problemas respiratorios   | Fruto (pulpa)   | Infusión                       |
| Verbena           | Antidiarreico, problemas intestinales, digestivos, respiratorios          | Planta completa | Infusión, baños                |
| Verdolaga         | Antiinflamatorio, diurético   | Planta completa | Infusión                       |
| Yantén            | Problemas digestivos, respiratorios, desinflamatorio                      | Planta completa | Infusión                       |

Fuente: elaboración propia.

### *Determinación taxonómica*

De acuerdo con la abundancia relativa y el uso sistemático de las plantas reportadas en la zona urbana del municipio, se seleccionaron 19 con propiedades medicinales. Esta escogencia se basó en la facilidad al momento de la recolección de los especímenes vegetales, los cuales fueron preparados siguiendo las recomendaciones dadas por un herbario nacional en cuanto a manipulación y asepsia para evitar crecimiento de hongos. Lo anterior permitió que fueran identificadas 19 especies vegetales pertenecientes a 15 familias de plantas (véase la tabla 5.2). Por medio de este procedimiento los estudiantes fortalecieron habilidades como la indagación, la explicación de fenómenos y el uso comprensivo del conocimiento científico al momento de recolectar información y especímenes de algunas de las plantas reportadas en la encuesta etnobotánica, tal como se muestra en el canal del semillero disponible en YouTube (Semillero de Investigación Fitoquímica, 2020).

Como paso siguiente, se realizaron pruebas en el laboratorio en las que los estudiantes pudieron determinar, de manera preliminar, los principios activos (metabolitos secundarios) presentes en material fresco de 8 plantas medicinales, los cuales podrían estar involucrados con la capacidad curativa descrita en la encuesta etnobotánica. En este aspecto, los estudiantes, además de trabajar en equipo, tuvieron en cuenta un protocolo para la determinación preliminar de metabolitos secundarios, procedimiento que les permitió hacer búsqueda de información para enriquecer lo aprendido dentro del semillero de investigación; esto ayuda a comprender las etapas llevadas a cabo y, por ende, a dar explicaciones coherentes con la temática (Semillero de Investigación Fitoquímica, 2019).

**Tabla 5.2. Plantas medicinales de la zona urbana de Planeta Rica (Córdoba) identificadas en el herbario nacional colombiano**

| Nombre común     | Nombre científico                      | Familia        |
|------------------|--|----------------|
| Santa María      | <i>Piper peltatum</i> L.               | Piperaceae     |
| Anamú            | <i>Petivera alliacea</i> L.            | Phytolaccaceae |
| Azar de la India | <i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack    | Rutaceae       |
| Yantén           | <i>Plantago major</i> L.               | Plantaginaceae |
| Quitadolor       | <i>Lippia alba</i> (Mill.) N. E. Brown | Verbenaceae    |
| Toronjil         | <i>Ocimum tenuiflorum</i> L.           | Lamiaceae      |
| Albahaca         | <i>Ocimum campechianum</i> Mill.       | Lamiaceae      |

*Continúa...*

| Nombre común      | Nombre científico                                      | Familia       |
|-------------------|--|---------------|
| Árnica            | <i>Cnidoscolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M. Johnst   | Euphorbiaceae |
| Curarina          | <i>Alternanthera bettzickiana</i> (Regel) G. Nicholson | Amaranthaceae |
| Cavaboyo          | <i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.                   | Talinaceae    |
| Paico             | <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.                     | Amaranthaceae |
| Níspero           | <i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen                  | Sapotaceae    |
| Venturosa         | <i>Lantana camara</i> L.                               | Verbenaceae   |
| Cilantro de monte | <i>Eryngium foetidum</i> L.                            | Apiaceae      |
| Moringa           | <i>Moringa oleifera</i> Lam.                           | Moringaceae   |
| Verbena           | <i>Heliotropium indicum</i> L.                         | Boraginaceae  |
| Coquito           | <i>Cyperus rotundus</i> L.                             | Cyperaceae    |
| Salvia            | <i>Croton conduplicatus</i> Kunth                      | Euphorbiaceae |
| Altamisa          | <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.                      | Asteraceae    |

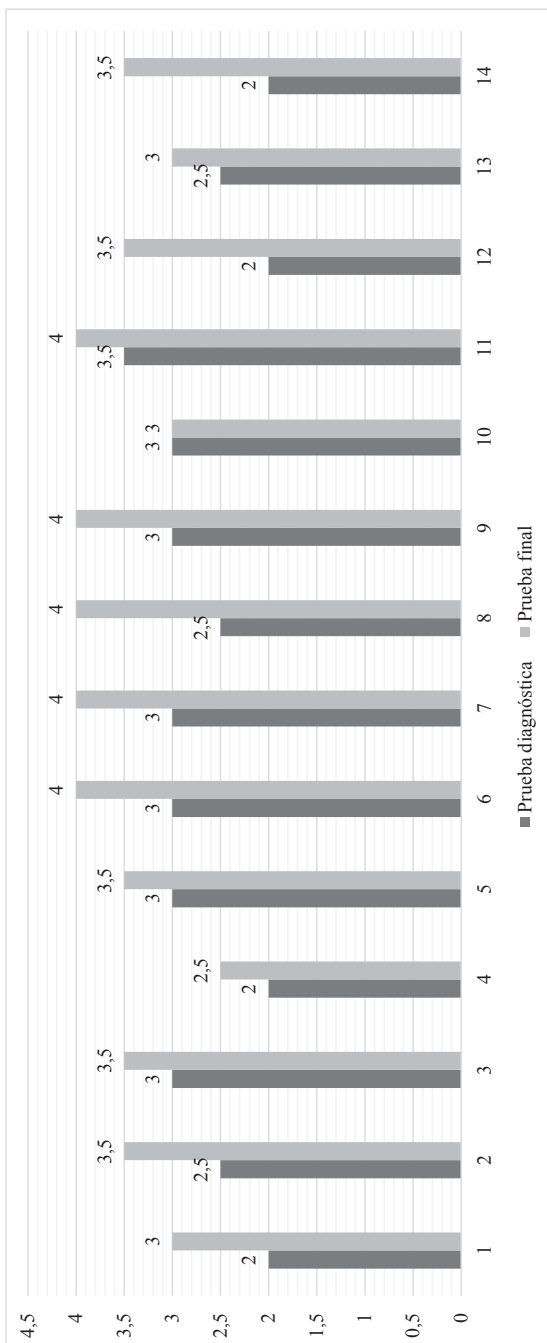
Fuente: elaboración propia.

### *Pruebas diagnóstica y final*

En las pruebas diagnóstica y final se incluyeron preguntas de selección múltiple con única respuesta. Se consideraron preguntas que abordaron ejes temáticos de las Ciencias Naturales de los grados sexto a noveno. La prueba final demostró que los estudiantes registraron niveles de desempeño más altos en comparación con los resultados arrojados en la prueba diagnóstica. Esto se puede observar en las figuras 5.1, 5.2 y 5.3.

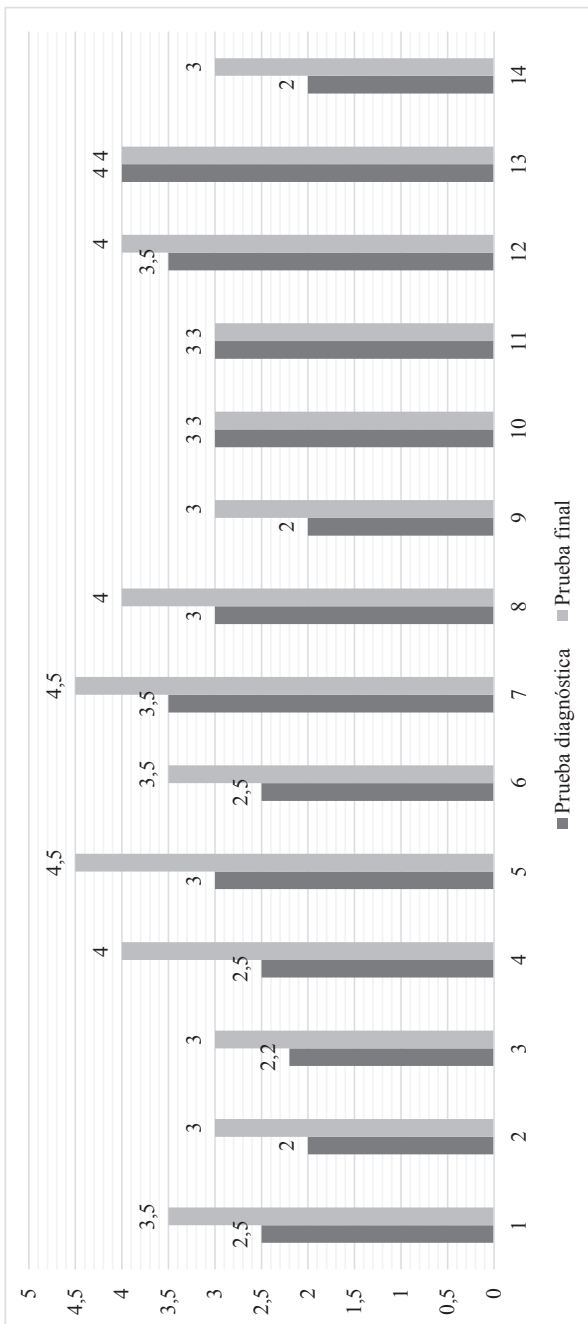
Según los datos señalados en esas figuras, para la prueba diagnóstica se puede observar que los estudiantes registraron, en promedio, niveles de desempeño por debajo del rango de 3,0 para las tres habilidades con las que se evalúa a las competencias científicas, lo que sugiere que no eran capaces de enfrentarse o dar solución a situaciones que fueron planteadas, ya sea de forma hipotética o real. En contraste, los estudiantes mostraron un aumento significativo en cuanto al resultado obtenido en la prueba final, lo que apunta a considerar que luego del despliegue metodológico llevado a cabo en el semillero de investigación fitoquímica fueron capaces de apropiarse de las habilidades características de las competencias científicas. Los resultados sugieren que la adopción de actividades en las que se permite la participación de los estudiantes está en sintonía con el fortalecimiento de habilidades científicas.

Figura 5.1. Resultados de la habilidad de uso comprensivo del conocimiento científico



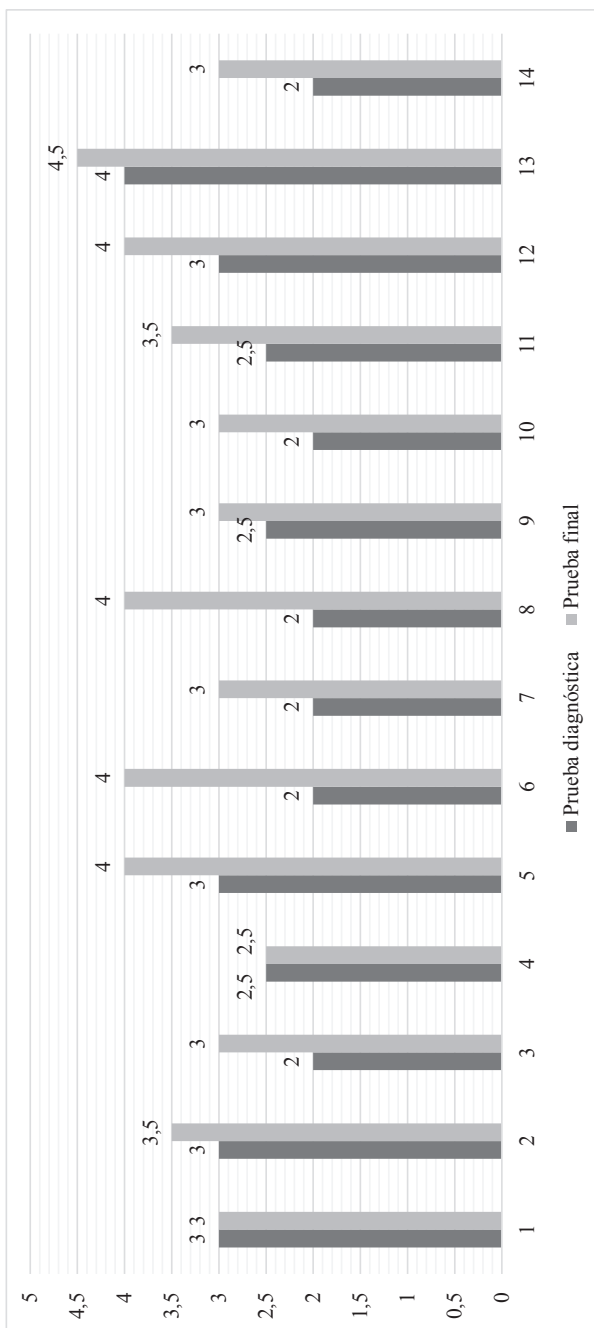
Fuente: elaboración propia.

Figura 5.2. Resultados de la habilidad de indagación



Fuente: elaboración propia.

Figura 5.3. Resultados de la habilidad de explicación de fenómenos



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, aunque la habilidad relacionada con el trabajo en equipo no se mide con este tipo de instrumentos, sí fue evidente en el cumplimiento de las tareas que se ejecutaron dentro del semillero de investigación. Sumado a esto, los estudiantes fueron capaces de acudir a un diálogo de saberes que permitió un proceso de retroalimentación mutuo y continuo durante los encuentros que se llevaron a cabo; además, esto se pudo constatar en la realización y entrega de productos como fruto de la responsabilidad asumida. Por consiguiente, los estudiantes que hicieron parte del semillero de investigación fitoquímica pudieron desarrollar habilidades propias de las competencias científicas, incluyendo el trabajo en equipo, a partir de un estudio sobre la flora medicinal de la zona urbana de Planeta Rica, Córdoba.

De acuerdo con lo anterior, se efectuaron actividades que permitieron fortalecer las habilidades de uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación; entre ellas se destacan la creación del Jardín Botánico Institucional, la participación en eventos académico-científicos (véase la figura 5.4) y la publicación de artículos en revistas especializadas. Esto aportó al fortalecimiento de dichas habilidades si se toma en cuenta la necesidad de indagar y reflexionar sobre la importancia de las plantas medicinales en el contexto de la institución educativa y, por ende, de tener las herramientas conceptuales y metodológicas apropiadas. Además, a cada planta disponible en el Jardín Botánico Institucional se le asignó una ficha taxonómica que contiene un código QR que, a su vez, conduce a un video que permite ampliar los datos acerca de la descripción botánica, usos en medicina tradicional e información fitoquímica (véase la figura 5.5), la cual ha podido ser compartida en medios de divulgación electrónicos tales como la *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas* (Arrieta García *et al.*, 2018) y *Revista Cubana de Plantas Medicinales* (Arrieta García, 2020).

Figura 5.4. Jardín Botánico Institucional-Semillero de Investigación Fitoquímica



Fuente: elaboración propia.



Figura 5.5. Participación en eventos académicos



Izquierda: XIV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación-Edesi 2019.  
 Derecha: Feria de Ciencia de Planeta Rica, Córdoba.

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

Los resultados obtenidos dan pie a la discusión sobre la pertinencia de considerar la investigación como proceso pedagógico en la escuela y desde ella. En este orden de ideas, la estrategia desarrollada permite ratificar la importancia en cuanto a lo que ocurre en el contexto y que puede aportar hacia la puesta en marcha de un proceso de enseñanza que fomente el aprendizaje activo en los estudiantes. Esta situación coadyuva a la consecución de una integralidad dentro del proceso educativo, ya que se da un mejor aprovechamiento de los espacios que se brindan en la institución educativa, se fortalece el lazo escuela-comunidad y se aporta en la salvaguarda de los recursos naturales como prioridades dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, tal como lo señala Puerto Sánchez (2016), quien destaca la relevancia de articular la escuela con su realidad.

A partir del estudio de la flora medicinal de Planeta Rica los estudiantes fortalecen habilidades científicas (Maury *et al.*, 2017) gracias a que la investigación se asume como estrategia pedagógica para el aprendizaje. De esta forma, se apunta hacia un proceso pedagógico que, sustentado en diversos autores, se oriente hacia las habilidades propias de la indagación científica (Doménech Casal, 2015; Gil Quílez *et al.*, 2008; Cristóbal Tembladera y García Pomo, 2013), el uso comprensivo del conocimiento científico (Chona Duarte *et al.*, 2006; Romero-Ariza, 2017) y la explicación de fenómenos (Morales Pérez y Manrique Rodríguez, 2012; Bravo, *et al.*, 2009). Lo anterior permite dar cumplimiento a

la «función primaria de las ciencias» (Puerto Sánchez, 2016, p. 80) que para el caso de esta investigación se demuestra por medio de la reflexión de los estudiantes en torno al saber tradicional que les fue brindado por las personas encuestadas y el proceso de análisis de ellos mismos. Algunos encuestados manifestaron opiniones tales como

Es muy bueno que los más jóvenes se preocupen por aprender sobre el conocimiento de los viejos; es raro hoy en día ver a un estudiante de un colegio querer saber acerca de las plantas medicinales..., cuál sirve para la gripa, para la presión. (Adulto 1. Entrevista, 2019)

Pertenecer al semillero de investigación les permite a los estudiantes adquirir voz y voto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, asumen como propia cada actividad que cumplen, discuten con precisión la información objeto de análisis y se consolidan como investigadores noveles. Esto se apoya en lo mencionado por González Ulloa *et al.* (2020), quienes exponen que ser integrante de un semillero hace sentir al estudiante «como parte de un algo» (p. 81), la oportunidad de sentirse tenido en cuenta, de sentirse valorado en sus formas de pensar y de actuar, así como de representar el semillero donde quiera que vaya. De ahí que expresen su percepción:

Me gusta hacer parte del semillero porque comparto más con los compañeros, aprendo sobre las plantas medicinales y doy mis primeros pasos en el campo de la investigación, cosa que no se hace cuando uno está en el salón de clases. (Estudiante 1. Diario de campo, 2019)

Los estudiantes que pertenecen al semillero de investigación presentan o desarrollan una serie de características al momento de ejercer el rol de investigadores, de acuerdo con lo expresado en las discusiones que se tejieron durante los encuentros y también en lo consignado en los diarios de campo. Dentro de estas se mencionan: puntualidad en la asistencia a los encuentros que se efectuaron en el semillero, receptividad de las orientaciones brindadas, realización de las actividades, cooperación entre los equipos de trabajo y creatividad al momento de presentar los compromisos adquiridos. Las características descritas

también han sido informadas por autores como Gómez Miranda *et al.* (2019), quienes las destacan como propias e infaltables en un estudiante que aspire a perfilarse en el rol de investigador.

Gracias al papel desempeñado por los estudiantes, se permitió abordar una situación de la realidad (uso de flora medicinal como primera medida de atención médica). Para el contexto del municipio de Planeta Rica, Córdoba, esta es una práctica relevante, ya que hace parte del saber tradicional que es menester salvaguardar a partir del conocimiento que se genera por medio de la investigación realizada. Por ello, es apremiante apuntar hacia la articulación escuela-comunidad, lo que se sustenta en apreciaciones dadas por Flores *et al.* (2019), quienes la presentan como el «intercambio de saberes con otros entes del entorno socioeducativo» (p. 23). De este modo, se logra que el estudiante adquiera un aprendizaje experiencial, puesto que se parte de una situación concreta que es abordada desde los puntos de vista disciplinar, procedimental y actitudinal, coincidiendo con lo enunciado por Numa-Sanjuan y Márquez Delgado (2019).

El abordaje integral del acto formativo que se fortalece gracias a la creación del semillero de investigación permite apuntar hacia un «proceso de gestión social del conocimiento» (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2019, p. 7), ya que se parte de situaciones cotidianas que, articuladas a un proceso de formación, ayudan a la transformación de la práctica tradicional de la enseñanza en la escuela. Además, el conocimiento que se construye a partir de los saberes tradicionales alrededor de la flora medicinal coadyuva a hacer una interpretación de la realidad, abordada en pro del reconocimiento de las prácticas como un insumo de índole sociocultural, tal como se demuestra en la encuesta etnobotánica aplicada donde se manifiesta la relevancia de ellas en el contexto investigado.

El trabajo que realizan los estudiantes en el semillero de investigación les facilita hacer aportes hacia la construcción de conocimiento en cuanto al uso de la flora medicinal en Planeta Rica, Córdoba, exposición que coincide con lo expresado por Maury *et al.* (2017), quienes indican que los estudiantes, al apropiarse de una temática de interés para un contexto particular, adquieren la habilidad de dar explicaciones coherentes y pertinentes para una realidad determinada. Para ello, se tiene en cuenta el aprendizaje adquirido de la experiencia práctica, del trabajo autónomo y en equipo, y de la capacidad de asombro

e interés manifiestos sobre la temática abordada, cuyas percepciones han sido consignadas en el diario de campo:

Antes no sabía que en mi pueblo había plantas que pueden ayudar a curar enfermedades; tampoco sabía que ese conocimiento había sido heredado de los abuelos. Ahora sé que las plantas no solo sirven para brindarnos alimentos y oxígeno, sino que desempeñan un papel esencial para la supervivencia. (Estudiante 2. Diario de campo, 2019)

Aunque la temática general abordada en el semillero no es parte explícita del plan de estudio y no se cuenta en la institución con una asignatura dedicada a la investigación, las actividades se han diseñado de tal forma que puedan articularse con los ejes temáticos en Biología y Química en relación directa con clasificación de los seres vivos (con especial énfasis en el reino vegetal), metabolismo celular, nomenclatura química (inorgánica y orgánica), reacciones y ecuaciones químicas y estequiometría; naturalmente, la temática relacionada con el método científico es transversal durante todo el proceso de desarrollo en el semillero. Esta información se sustenta en palabras de Pepper-Loza y Terán-Vega (2019) quienes exponen que

[...] a los estudiantes se les debe inducir a generar intereses y motivaciones partiendo de la formulación de preguntas y el diseño de actividades para que les permitan ir estableciendo conexiones con los contenidos de enseñanza, y poder ser reconstruidos por medio de modelos teóricos. (p. 12)

Sobre el mismo tema, López Espitia y Toro Zuluaga (2017) argumentan que «los semilleros de investigación están enmarcados en un paradigma de formación distinto al de los programas formales del sistema educativo, pero no significa que no es posible articularlo con políticas institucionales y con la posibilidad de validar requisitos académicos» (p. 36). Por lo anterior, y atendiendo la exposición presentada por Villalba Cuéllar y González Serrano (2017), se tiene que los semilleros, al brindar a los estudiantes experiencias más enriquecedoras que el ejercicio de enseñanza y aprendizaje habitual del aula, les impregnan de saberes y de apropiación del conocimiento.

La construcción de dicho conocimiento a partir del trabajo llevado a cabo por los estudiantes en el semillero de investigación permite potenciar sus capacidades investigativas. Lo anterior es posible gracias a que, al ser un proceso que no culmina de un día para otro, les insta a demostrar constancia en un ambiente de aprendizaje pacífico para «investigar y producir conocimiento científico» (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2019), por lo que estos autores auspician la creación de semilleros en la escuela:

[...] a partir de planteamientos de proyectos como estrategia didáctica que facilite a los estudiantes aproximarse al estudio de diferentes disciplinas de una manera más cercana a sus intereses y a su realidad, comprender cómo se ha construido el conocimiento científico y cómo trabajan las comunidades científicas. (p. 11)

Haciendo énfasis en el impacto que se genera en el currículo, consideramos que la articulación entre la temática objeto de estudio y el plan de estudio de Ciencias Naturales no está lejos de poder reconfigurarse, ya que constantemente se aportan evidencias en las que se ratifica la pertinencia de quitarle protagonismo al contenido disciplinar y enfocarse en situaciones que sean representativas para una comunidad. Esto es lo que se requiere: democratizar la educación a partir de las expectativas e intereses de los estudiantes, puesto que al aprender desde la experiencia propia se encamina hacia una «visibilización positiva de sí mismo» (Pepper-Loza y Terán-Vega, 2019, p. 11). Por ello, es importante tener en cuenta los puntos de vista expresados por los estudiantes durante las reuniones y encuentros en el semillero y que son registrados en el diario de campo, en el que dan a conocer la satisfacción que sienten cuando comprenden la relación entre teoría y práctica de asuntos relevantes dentro del trabajo mismo en este espacio de investigación: «es chévere cuando en teoría nos explican algo y lo podemos aplicar en una situación real» (Estudiante 3. Diario de campo, 2019).

Todo lo anterior conlleva que los estudiantes experimenten procesos metacognitivos durante las actividades llevadas a cabo en el semillero:

Rara vez en el salón de clases nos preguntan cómo nos sentimos haciendo una actividad, qué tuvimos en cuenta, las dificultades que se nos presentan, lo que

esperamos luego de hacerla; en cambio en el semillero siempre que se hacen los encuentros se tienen en cuenta nuestra opinión y cómo nos sentimos al respecto. (Estudiante 4. Diario de campo, 2019)

Esto les permite adquirir la capacidad de reflexionar acerca del aprendizaje logrado, de los aspectos por mejorar y de aquellos que deben conservar; son capaces de autoevaluarse y de reflexionar constantemente sobre su actuación en el semillero y cómo esto permea el comportamiento en diversas situaciones del quehacer escolar, elementos que se apoyan en argumentos de Pepper-Loza y Terán-Vega (2019). Cada vez que se desarrollan los encuentros dentro del semillero los estudiantes expresan, tanto en forma oral como escrita, aspectos por mejorar, motivaciones, expectativas y los retos educativos que se trazan.

Por tal razón, los estudiantes no solo se limitan a lo establecido metodológicamente, sino que exponen ideas como la creación de un jardín botánico institucional donde se encuentran especímenes de las plantas medicinales reportadas en la encuesta etnobotánica, como una contribución a la salvaguarda de la flora medicinal de Planeta Rica, Córdoba.

También, se divulgan algunos resultados en ferias de ciencia municipales, el Encuentro Regional de Semilleros de Investigación (RedCOLSI nodo Córdoba, 2019), la participación en congresos (como el Primer Congreso Internacional sobre Educación Científica y Problemas Relevantes para la Ciudadanía, Universidad de Málaga) y la publicación de artículos en revistas especializadas (*Revista de la ACCB* y *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, en proceso de publicación). Todo lo anterior ha sido posible gracias a que el semillero de investigación hace parte de la RedCOLSI y del Gipnus.

La información descrita permite medir la trascendencia de los semilleros de investigación desde el nivel de educación básica y media. Para el caso concreto de esta experiencia, se enmarca en ejes temáticos de las Ciencias Naturales, ya que se toma como pretexto el conocimiento tradicional de la flora medicinal para incentivar la investigación, en aras de fortalecer las competencias científicas. Aunque si bien es cierto que no es del todo fácil articular una temática de interés en un contexto con el plan de estudios de una institución educativa, es válido hacer propuestas que conlleven la articulación escuela-comunidad, cuyo resultado más dicente se refleja en la percepción que los estudiantes manifiestan hacia el trabajo investigativo (González Ulloa *et al.*, 2020). De igual

forma, se contribuye con una reconfiguración de la práctica misma de enseñar, donde se da cabida al asombro, al deseo de descubrimiento constante que tanta falta hace en este tiempo en el que la inmediatez acapara la mayor atención y preocupación.

## Conclusiones

De acuerdo con la pregunta de investigación planteada acerca de cómo el trabajo dentro del semillero de investigación fortalece competencias científicas como la indagación, el uso comprensivo del conocimiento científico y la explicación de fenómenos se puede mencionar que, con los resultados obtenidos, sí se genera impacto en lo señalado. En este sentido, el semillero, asumido como un proceso pedagógico en la escuela, permite dar prioridad a un proceso de afianzamiento en el aprendizaje de los estudiantes a partir de experiencias del contexto a las cuales dan sus propias interpretaciones. De esta forma, se logra dar sentido al plan de estudio que, pese a no apuntar directamente hacia asuntos relacionados con el uso de las plantas medicinales y aspectos fitoquímicos, sí permite extrapolar elementos o prácticas características de las ciencias naturales que guardan estrecha relación con el trabajo realizado dentro del semillero.

Queda demostrado que, si se llevan a la práctica experiencias cuyas actividades incidan en el fortalecimiento de las competencias científicas, se puede lograr que los estudiantes aprendan a ejercitarlas, pero no en la rutina del proceso de enseñanza-aprendizaje que habitualmente se adelantan en el aula, sino a partir de prácticas que estimulen la duda, la capacidad de asombro y la creatividad. Es por lo anterior por lo que el rol del profesional de la educación que investiga dentro de un semillero no debe estar limitado a la transmisión unidireccional de contenidos, sino que la intención de crearlo y dirigirlo se sustenta en el anhelo de querer aportar hacia la transformación de la práctica tradicional de enseñanza desde un quehacer investigativo, con la loable intención de contribuir a la formación de futuros profesionales.

Son innegables las ventajas que representa asumir la investigación desde edad temprana en la escuela; sin embargo, debido a la complejidad de articular situaciones problematizadoras con el currículo o al desconocimiento de estrategias metodológicas que permitan el fortalecimiento de habilidades propias de las competencias científicas, no se ha podido ejecutar del todo. Ante esto,



el profesional de la educación que desee o sienta la necesidad de optar por la estrategia de los semilleros de investigación escolares debe tener en mente que todo parte de un interés personal por reconfigurar la práctica de la enseñanza y las estrategias de aprendizaje, según el nivel de interés y motivación que se logre despertar en los estudiantes para que se involucren activamente.

De esta manera, se contempla articular la temática tratada en el semillero con el plan de estudio de la asignatura de Ciencias Naturales en los componentes biológico y químico, especialmente en ejes conceptuales tales como el método científico, problemáticas ambientales globales, clasificación y taxonomía, métodos de separación de mezclas, cambios físicos y químicos, reacciones y ecuaciones químicas y soluciones, por citar solo algunos. Lograr lo anterior permitiría contribuir a la formación investigativa de los estudiantes y consolidar al maestro-investigador en la escuela, promoviendo la formación de individuos generadores de conocimiento desde sus propias realidades y territorios.

Dentro de las limitaciones presentadas en el semillero de investigación se menciona un asunto relacionado con la puesta en marcha de este, ya que al no estar integrado de forma directa al currículo se corre el riesgo de subestimar el trabajo llevado a cabo. Esta problemática parece resolverse si se toma en cuenta que en las instituciones educativas se gestan propuestas cuyas estrategias metodológicas —se espera— impacten positivamente el proceso de enseñanza-aprendizaje y de evaluación. No obstante, se observa un currículo fragmentado en asignaturas que dificultan llegar a acuerdos en cuanto al establecimiento de semilleros como una alternativa dentro del proceso formativo.

Lo anterior también trasciende sobre la realización de los encuentros dentro del semillero. Una de las constantes del trabajo llevado a cabo fue la negativa de algunos estudiantes de asistir por las múltiples ocupaciones académicas, lo cual se presenta como una barrera que impide darles relevancia a las temáticas tratadas al estar bajo la presión de las calificaciones. Esto genera desinterés en aquellos estudiantes que, en un principio, pudieron considerar hacer parte de un semillero, puesto que la obtención de una calificación se convierte en una de las metas por lograr y, en vista de que el aprendizaje dentro del semillero no les genera este tipo de resultados, deciden concentrarse en asuntos netamente academicistas.

Finalmente, se puede decir que por medio del semillero de investigación se propicia el fortalecimiento de habilidades científicas, lo cual permite plantear



una serie de acciones con impacto institucional. Dentro de estas se menciona el hecho de que pueda darse la institucionalización del semillero y de otros que eventualmente se conformen en aras de contribuir a un proceso de formación integral desde los niveles de educación básica y media. De esta forma, se puede contar en la institución educativa con redes de investigadores que aporten alternativas de solución ante las problemáticas que sean de interés desde el contexto, como estrategia que permite materializar el vínculo escuela-comunidad.

## Referencias

- Almerich, G., Suárez-Rodríguez, J., Díaz-García, I., y Orellana, N. (2020). Estructura de las competencias del siglo XXI en alumnado del ámbito educativo. Factores personales influyentes. *Educación XXI*, 23(1), 45-74. <https://doi.org/10.5944/educxx1.23853>
- Arrieta García, E. J. (2020). Fitoquímica de *Ocimum campechianum* (albahaca), *Cnidocolus aconitifolius* (árnica) y *Lippia alba* (quitadolor), en Colombia. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 25(2), e905. <http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/905>
- Arrieta García, E. J., Arcón Ramos, A. M., Pérez Parra, J. J., Argel Aguilar, A., Álvarez Pinto, M., y Pérez Lozano, J. E. (2018). Fitoquímica de *Ambrosia artemisiifolia* L, *Croton conduplicatus* kunth, *Lantana camara* L, de la región norte de Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 1(30), 44-51. <https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/154>
- Bravo, B., Puig, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 137-142. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30020-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30020-X)
- Caamaño, Z. I., Rebolledo, A. del C., y Tutor, J. D. (2018). Formación y divulgación de la nanotecnología desde los semilleros de investigación. *Momento*, (56E), 46-53. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/71646>
- Chona Duarte, G., Arteta Vargas, J., Martínez, S., Ibáñez Córdoba, X., Pedraza, M., y Fonseca Amaya, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecne, episteme y didaxis: TED*, (20), 62-79. <https://doi.org/10.17227/ted.num20-1061>
- Cristóbal Tembladera, C. M., y García Pomo, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5420523>

- Doménech Casal, J. (2015). Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 186-197. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2910>
- Flores, E., Mendoza, R., y Loaiza, A. (2019). Semilleros de investigación: una práctica para el desarrollo científico de las naciones. *Negotium*, 15(44), 20-34. <http://bit.ly/3F1GMoj>  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7382732>
- Gil Quílez, M., Martínez Peña, M. B., de la Gándara Gómez, M., Calvo Hernández, J. M., y Cortés Gracia, A. L. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 63(22.3), 81-100. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2795626>
- Gómez Miranda, O. M., Morales Rubiano, M. E., y Plata Pacheco, P. A. (2019). Transferencia de conocimiento e investigación formativa: lecciones aprendidas y desafíos para los semilleros de investigación. *Palabra: Palabra que obra*, 19(2), 203-221. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.19-num.2-2019-2551>
- González Ulloa, E. O., Gómez Velásquez, S. N., y Chaparro Hurtado, H. R. (2020). Modos heterodidácticos de la educación (corporal) en su dimensión política: aprendizajes des-atados en un semillero de investigación. *Revista Latinoamericana de Estudios sobre Cuerpos, Emociones y Sociedad*, 32(12), 75-84. <http://relaces.com.ar/index.php/relaces/article/view/17>
- Hurtado, J. (2012). *Metodología de la investigación holística* (7.ª edición.). Fundación Sypal.
- López Espitia, Y., y Toro Zuluaga, N. A. (2017). El semillero de investigación. Una alternativa innovadora en el sistema educativo colombiano. *Revista Universitaria Ruta*, 19(2), 31-47. <https://revistas.userena.cl/index.php/ruta/article/view/985>
- Maury, A. L., Cassetta Córdoba, J. P., y Mora Caicedo, J. L. (2017). Los semilleros de investigación como estrategia pedagógica transformadora en el desarrollo de habilidades y competencias investigativas. *Fedumar Pedagogía y Educación*, 4(1), 145-181. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/fedumar/article/view/1511>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2010). *Revolución educativa. Programas para el desarrollo de competencias*. [Presentación de PowerPoint]. <https://goo.gl/rAIH1k>
- Morales Pérez, R. W., y Manrique Rodríguez, F. A. (2012). Formación de profesores de química a partir de la explicación de fenómenos cotidianos: una propuesta con resultados. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 124-142. <http://hdl.handle.net/10498/14629>
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro* (2.ª edición). Editorial Magisterio.

- Numa-Sanjuan, N., y Márquez Delgado, R. A. (2019). Los semilleros como espacios de investigación para el investigador novel. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 230-248. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.289>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2017). *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el desarrollo: lectura, matemáticas y ciencias*. OECD Publishing, <https://goo.gl/ipCLq4>
- Pepper-Loza, K. F., y Terán-Vega, J. D. (2019). El semillero de investigación estudiantil como estrategia para la formación de investigadores. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 4(11), 4-20. <https://dx.doi.org/10.23857/pc.v4i11.1172>
- Puerto Sánchez, L. C. (2016). *Desarrollo de competencias investigativas mediante la creación y organización del semillero de investigación en ciencias naturales y educación ambiental "Akuaiippa" en los estudiantes de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de San Mateo-Boyacá* [tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/524>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3335>
- Romero, P. (2019). *Cómo liberarse de una educación equivocada*. Editorial Magisterio.
- Semillero de Investigación Fitoquímica. (2019, 17 de abril). *¿Cuál es el uso que se le da al "cilantro de monte" o "culantro" (Eryngium foetidum L.)?* [video]. <https://youtu.be/FCTy9b5JTAw>
- Semillero de Investigación Fitoquímica. (2020, 2 de febrero). *Flora medicinal de Planeta Rica (Córdoba)* [video]. <https://youtu.be/zB14BYs8pr4>
- Strauss, A., y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Ulloa, E. O., Velásquez, S. N., y Hurtado, H. R. 2020. Modos heterodidácticos de la educación (corporal) en su dimensión política: aprendizajes des-atados en un semillero de investigación. *Revista Latinoamericana de Estudios sobre Cuerpos, Emociones y Sociedad*, (32), 75-84. <http://relaces.com.ar/index.php/relaces/article/view/17>
- Villalba Cuéllar, J. C.; González Serrano, A. (2017). La importancia de los semilleros de investigación. *Prolegómenos*, 20(39), 9-10. <https://doi.org/10.18359/prole.2719>



## Capítulo 6. El “Programa Ondas” y la investigación formativa para una educación de calidad en Caquetá\*

Fabiola Murcia Jiménez

Este texto aborda la investigación formativa como herramienta metodológica para fomentar el desarrollo de habilidades y capacidades investigativas, fundamentado en los hallazgos de la tesis realizada para optar al título de maestra en Educación de la Universidad Surcolombiana de Neiva. Se enmarca en la experiencia docente derivada de la puesta en marcha de la ruta metodológica del Programa Ondas (Colciencias), en la Institución Educativa (I. E.) Sagrados Corazones de Puerto Rico, Caquetá, para promover en niños y adolescentes (N/A) el interés por la investigación. El propósito de este estudio es caracterizar el Programa Ondas, teniendo en cuenta los logros obtenidos en los procesos de enseñanza y aprendizaje en esta I. E. para presentarse como un caso exitoso en el departamento del Caquetá, Colombia, dado que influyó en transformaciones estructurales en la I. E. en cuanto a: (1) la misión, (2) la reestructuración de los planes de estudio de las Ciencias Naturales y (3) el fortalecimiento de nuevas estrategias pedagógicas en la enseñanza-aprendizaje basadas en la promoción de actitudes y habilidades para una cultura de la investigación. Para demostrar este planteamiento se presentará inicialmente la experiencia de la adopción del Programa Ondas en la I. E. en 2019. Más adelante, se analizarán los impactos de este proceso en las estructuras educativa y pedagógica de la institución. Finalmente, se expondrán las reflexiones centradas en lo logros, limitaciones y retos del programa.

\* Para citar este capítulo: <https://doi.org/10.22430/9789585122819.06>

## Introducción

Formar en capacidades y habilidades investigativas es una necesidad inaplazable para responder a los retos planteados a la educación, dada la importancia de potenciar en los educandos saberes y conocimientos indispensables para que aprendan a convivir e interactuar a lo largo de sus vidas. Esto requiere atención especial y se constituye en una oportunidad para evaluar procesos y poner en práctica nuevas tendencias pedagógicas que permitan encontrar el camino para ofrecer una educación en concordancia con métodos de aprendizaje, dinamizadores de los cambios del mundo actual.

Desde la escuela se asume la responsabilidad de forjar un mundo más justo, más inclusivo, más consciente de las realidades que ha generado el desarrollo actual, como el cambio climático y la desarmonización entre la humanidad y la naturaleza, para comprender que si se sigue el método de transmisión de información y conocimiento no se logrará avanzar hacia una educación de vanguardia que enfrente los cambios y retos actuales a la velocidad que se están desarrollando.

El ideal es que desde la escuela los estudiantes obtengan una serie de aprendizajes, habilidades y capacidades que les permitan desarrollar pensamiento lógico, crítico y reflexivo para ordenar sistemáticamente información y encontrar soluciones a sus propios problemas, construir conocimientos y plantear teorías nuevas que respondan a las necesidades y preguntas de su entorno.

La investigación formativa, como método para desarrollar capacidades y habilidades investigativas, ha sido abordada por diversos autores que han contribuido con interesantes aportes para su estudio. En ese orden de ideas, para Restrepo Gómez (2009) la investigación formativa es una herramienta metodológica que propicia el protagonismo de los escolares para un aprendizaje significativo y de calidad mediante la aplicación de los métodos científicos en el nivel formativo, buscando que aprendan a hallar solución a los problemas del contexto a partir de la pregunta o problematización. De esta manera, se superan estrategias didácticas centradas en el docente para avanzar hacia la activación del método científico en manos de los estudiantes, de modo que aprendan a investigar investigando y sean agentes activos de su propio aprendizaje.

Para Iafrancesco (2011), el desarrollo de métodos basados en la investigación formativa que inciden para una educación de calidad ayudaría a formar un

ser humano que, en su proceso de madurez integral, “construya el conocimiento y con aprendizajes autónomos, significativos y colaborativos, transforme su realidad sociocultural, resolviendo y previendo problemas” (p. 28). Cuando los estudiantes logren el desarrollo de sus capacidades, actitudes y habilidades investigativas para producir conocimiento, empoderándose de sus problemas, estarían capacitados para comprenderlos y encontrar alguna salida inteligente que les beneficiaría a ellos y a sus comunidades.

En cuanto a estudios realizados sobre el tema de la investigación formativa y semilleros de investigación, existe importante bibliografía producto del trabajo desarrollado por estudiantes adscritos a facultades de Educación de universidades del país. Con relación a investigaciones sobre el Programa Ondas también se hallan documentos que abordan, desde diversas perspectivas, la adopción de esta ruta metodológica en trabajos efectuados en varios departamentos de Colombia; por ejemplo, la investigación “Evaluación de impacto del Programa Ondas de Colciencias” (Núñez, 2017). También aparecen «Formación en investigación en el departamento de Boyacá: aportes del Programa Ondas Colciencias», Plata-Santos (2016); «El Programa Ondas de Colciencias en el departamento de Risaralda», Gutiérrez (2007); «Evaluación del impacto del Programa Ondas Bolívar de Colciencias dirigido a las población infantil y juvenil de Cartagena», Osorio del Valle (2011), y «Sistematización de saber y conocimiento en contextos de culturas orales, desde el Programa Ondas de Colciencias-Chocó», Murillo Mena, (2012), entre otros.

Por su parte, en Caquetá son varios los trabajos investigativos que se han desarrollado atendiendo convocatorias del Programa Ondas (Colciencias) y que aplicaron su ruta metodológica para abordar distintos problemas del contexto. A continuación, se relacionan algunos de estos documentos:

(a) «Representaciones sociales de los estudiantes de la Institución Educativa Antonio Ricaurte acerca del posconflicto» indagó si el conflicto armado incide en el desempeño académico de los estudiantes;<sup>1</sup> fue presentado por Rojas-Bahamón *et al.* (2016). (b) «Extracción de pigmentos colorantes tipo flavonoides,

<sup>1</sup> Esta tesis derivó en un artículo científico titulado «Análisis del desempeño escolar de estudiantes de secundaria en función de asignaturas, estrato socioeconómico y conflicto armado», escrito por Magda Julissa Rojas-Bahamón, Diego Felipe Arbeláez Campillo y José David Prieto Medina (2016).

flor del pomo (*Syzygium jambos*), zona verde de la Institución Educativa Antonio Ricaurte de Florencia, Caquetá», trabajo desarrollado por Bonilla Ríos *et al.* (2014). (c) «Construcción social del espacio público Parque General Santander de la ciudad de Florencia, Caquetá, desde su fundación hasta el año 2005», de la autoría de Parra Alviz y Torres Tovar (2009). (d) «La kayamba: los hongos comestibles de la chagra que alimentan la vida de los ingas del Caquetá», presentado por González Hurtado (2014). (e) «La enseñanza de la Biología: contribución a la Escuela Popular Integral de ETCR Héctor Ramírez (municipio La Montañita, departamento del Caquetá)», de Dueñas Alvarado y Palacios Hernández (2019). (f) «Perspectivas y desafíos para el abordaje de cuestiones ambientales y territoriales, con pobladores de la cuenca del bajo río Caquetá», de Bravo Osorio (2015).

Es importante aclarar que estas investigaciones adoptan la ruta metodológica del Programa Ondas, pero no se centran en describirla, analizarla o caracterizarla, sino en seguir la propuesta para su desarrollo. Como se sabe, fueron aceptadas como proyectos viables porque cumplieron los lineamientos trazados por Colciencias para ser financiados por el programa.

En tal virtud, la relación de este estudio con la teoría tiene que ver, en primer lugar, con temas como el currículo, que de acuerdo con el principio de autonomía permite ser rediseñado para que responda diversas necesidades de formación, entre estas las de aprendizaje y desarrollo de competencias que necesitan las nuevas generaciones en cuanto al saber científico y las relaciones con la ciencia, como ciudadanos reflexivos (Tarrillo Flores, 2021), así como la posibilidad de comprender los problemas en búsqueda de solución para lo que es indispensable desde el currículo, fortalecer habilidades y capacidades investigativas para generar pensamiento crítico, trabajo colaborativo, la lectoescritura y demás competencias afines.

En segundo lugar, este estudio también se relaciona con el tema de las metodologías, dado que es prioritario abordar estrategias de enseñanza que garanticen un óptimo aprendizaje a partir de la comprensión de la persona como un todo integral. Aquí es importante tener en cuenta que el modelo de clase tradicional perdió vigencia y que ahora se imponen modelos en los que los estudiantes son protagonistas activos de su propio aprendizaje, sobre todo cuando



interactúan, dado que este es social y se generan aprendizajes significativos<sup>2</sup> (Bernal González y Martínez Dueñas, 2009). De esta manera, es pertinente poner en práctica herramientas metodológicas que integren la identificación de necesidades de aprendizajes, la especificación de la competencia, los niveles de realización de esta, el procedimiento para su desarrollo, la evaluación y la validación de la competencia (Cepeda Dovala, 2004), de tal forma que garanticen el objetivo del aprendizaje propuesto.

En tercer lugar, se relaciona con la evaluación, que deberá abordarse desde una perspectiva formativa para la valoración de los procesos de aprendizaje que el educando experimenta en su formación para la vida (evaluaciones interna y externa), lo que es elemento fundamental para capturar información valiosa de la realidad educativa (compleja en todas sus dimensiones) con el único propósito de poder contar con esta de manera efectiva en cuanto a los procesos de enseñanza y aprendizaje (MEN, 2009), teniendo en cuenta, por ejemplo, que se puede aprender a partir del error y que es necesario superar el concepto de evaluación como sistema para clasificar o descalificar los aprendizajes de los estudiantes.

También existe relación de este estudio con la teoría de la investigación formativa para el fortalecimiento de actitudes, habilidades y capacidades de cara a una cultura investigativa y de aprendizajes significativos para la vida y las relaciones con la sociedad y la naturaleza. Esta perspectiva, como estrategia de aula, forma actores que en la era del conocimiento demandan aprender a investigar desde el preescolar y la primaria y no solo en los niveles superiores de la educación, esto debido a que «la economía se mueve hoy a partir de la competitividad basada en la calidad, dependientes ambas de una buena educación que, al incluir la investigación, permite llegar a la innovación» (Restrepo Gómez, 2009, p. 105).

Así mismo, se relaciona con los ambientes educativos que deberán estar centrados en los estudiantes y sus necesidades para un aprendizaje significativo que les permita ser productores de conocimientos y generadores de cambios. De igual manera, tiene que ver con las políticas de ciencia, tecnología e innovación creadas por el Gobierno nacional (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación) y que pretenden incrementar la contribución de estos campos al desarrollo tanto

<sup>2</sup> Para que los aprendizajes sean significativos se requiere que sean realistas, viables y complejos, de tal manera que el estudiante encuentre relevancia en dicho contenido.

social como económico, ambiental y sostenible del país, con un enfoque incluyente y diferencial (MINCTEI, 2020) mediante programas como Ondas.

Ahora bien, las implicaciones prácticas de este estudio derivaron en ajustes al currículo del establecimiento educativo, lo que dio lugar a que desde el proyecto educativo institucional (PEI) se dirigieran acciones metodológicas y prácticas de enseñanza-aprendizaje innovadoras, incluyentes y con perspectiva de avanzada, que permitieron a los estudiantes un fortalecimiento en habilidades, capacidades y actitudes investigativas. Se consideraron, entre estas capacidades, la práctica de lectura crítico-analítica, el planteamiento de situaciones problémicas, la observación, formulación de tesis y de preguntas, la aplicación de técnicas de investigación bibliográfica y de investigación de campo (entrevistas, encuestas, grupos focales), así como prácticas de laboratorio, redacción de ensayos y formulación de conclusiones, habilidades y capacidades orientadas por el MEN desde los estándares y referentes de calidad educativa.

De igual manera, el sistema educativo colombiano diseñó propuestas metodológicas para motivar a docentes y estudiantes a seguir el camino de la investigación formativa como una oportunidad para desarrollar capacidades investigativas. En ese sentido, nació el Programa Ondas que trabajó con las comunidades educativas para llevar a cabo proyectos que respondieran a las problemáticas en sus contextos. Su objetivo fue despertar el interés de niños y adolescentes por la investigación para que desarrollaran actitudes y habilidades que les permitieran insertarse activamente en una cultura de ciencia, tecnología e innovación (CTEI); esto, para responder a la necesidad de que se instauraran nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje, en los que el estudiante fuera participante y tuviera un aprendizaje práctico, superando la mera transmisión de conocimientos.

El presente escrito es producto de un estudio que abordó el tema de la investigación formativa en la Institución Educativa Sagrados Corazones de Puerto Rico y que planteó como pregunta problematizadora: ¿De qué manera ha contribuido el Programa Ondas en Caquetá al fortalecimiento de habilidades y capacidades investigativas en niños y adolescentes? Como objetivo se propuso caracterizar el proceso que el Programa Ondas orientó para fortalecer estas capacidades y habilidades investigativas en los estudiantes.

La tesis plantea que la metodología del Programa Ondas, basada en la investigación formativa por proyectos, fortalece capacidades y habilidades investigativas en los estudiantes, favorece aprendizajes significativos y promueve prácticas de enseñanza que inciden en el mejoramiento de la calidad educativa. Por tanto, es necesario integrar esta metodología al currículo de manera permanente y no opcional o alternativa, como ocurre en la actualidad.

El documento presenta la siguiente estructura: en primera instancia documenta la experiencia de la puesta en marcha del Programa Ondas en la institución educativa en el año 2019 (antecedentes). Como siguiente paso, se exponen la metodología que se aplicó y los instrumentos utilizados para la recolección de datos desde el enfoque de la investigación cualitativa. Se presenta la entrevista semiestructurada como una de las principales herramientas de esta metodología y se aplica, en esta investigación, a cinco docentes participantes en el Programa Ondas, así como dos formularios a un rector y un coordinador. También, se crea un grupo focal con estudiantes que participaron en los proyectos y se adelanta la revisión documental. Después, se presenta el análisis de la incidencia de este proceso en el PEI de la institución. Como instancia final, se exponen las reflexiones centradas en los logros, limitaciones y retos del programa.

### *Revisión de antecedentes*

El Programa Ondas es una estrategia ideada para promover en los niños y adolescentes el interés por la investigación, así como el desarrollo de actitudes y habilidades para que se puedan insertar, de manera activa, en una cultura de ciencia, tecnología e innovación. Fue creado en el año 2001 y adscrito a Colciencias con el apoyo del Ministerio de Educación Nacional (MEN) y ahora de MINCITEI. Desde entonces, son muchos los grupos de estudiantes, con sus docentes coinvestigadores, que han participado en proyectos de investigación surgidos a partir de preguntas o problemas de sus entornos.

El programa presenta una ruta definida similar a la que siguen los investigadores profesionales partiendo de conformar un grupo para luego definir un problema; se diseña una metodología para resolverlo y, por último, se comunican los resultados y aprendizajes del proceso. A la vez, cada fase desarrolla unos procesos que facilitan llevar a cabo la investigación de manera didáctica.

El Programa Ondas en Caquetá se inició en el 2009 y ese mismo año se conoció en la I. E. Sagrados Corazones de Puerto Rico, en ese departamento. Captó la atención de un docente de Ciencias Naturales, quien hoy permanece en el programa y es reconocido como investigador Colciencias. Se inició por el interés de desarrollar la ruta metodológica propuesta por el programa, basada en la investigación formativa por proyectos. Es de resaltar que de un total de 62 docentes con que cuenta la institución educativa, solamente siete han participado en esta estrategia (seis de manera intermitente).

Al principio, la experiencia fue acogida con gran entusiasmo por todo el grupo docente, pero en la medida que se conocieron las responsabilidades y los compromisos que requiere el programa, muchos desistieron. Este exige comprometer el tiempo libre y desarrollar los procesos del proyecto investigativo en contrajornada laboral, lo que demanda descuidar o dejar de lado otras importantes tareas y compromisos tanto de docentes como estudiantes.

El Programa Ondas en Caquetá buscó promover experiencias pedagógicas significativas que fortalecieran capacidades y habilidades investigativas para fomentar la vocación científica en niños y adolescentes, de modo que mejoraran el nivel de comprensión de la naturaleza de la investigación, como un proceso pedagógico que se desarrolló en ambientes educativos, mediante proyectos «preestructurados» y «abiertos», siguiendo líneas investigativas propuestas por el programa bajo la dirección de Colciencias y colaboradores (Universidad de la Amazonia *et al.*, 2019).

Es de resaltar la acogida de dicho programa en Caquetá, a tal punto que en el Foro Educativo Departamental de septiembre de 2020 se contó con una nutrida participación de proyectos investigativos presentados como experiencias pedagógicas significativas por parte de los integrantes de los grupos de investigación (estudiantes de grados cuarto a undécimo), que habían sido acompañados por docentes coinvestigadores y el Programa Ondas, y que surgieron de las necesidades que identificaron los estudiantes en su entorno. Varios de estos grupos de estudiantes tanto de primaria como de secundaria lograron, junto con sus docentes coinvestigadores, estudiar mediante la investigación-acción participación dichas situaciones para problematizarlas y presentar soluciones.

En esta investigación se abordaron aspectos coyunturales generados de la puesta en práctica del Programa Ondas en la I. E. Sagrados Corazones, a saber: transformaciones en el componente pedagógico institucional que fortalecieron

las capacidades y habilidades investigativas; didácticas que transformaron las prácticas pedagógicas de los docentes y contribuyeron al desarrollo de habilidades investigativas; reconceptualización del significado de evaluación que se generó según percepción de los estudiantes y que incidió en su proceso de formación investigativa; y la manera como el nivel administrativo del establecimiento apoyó el programa. Todo esto, encaminado a desentrañar sentidos, significados, limitaciones y desafíos al promover la investigación en la escuela como estrategia para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje para una educación de calidad en la que el estudiante sea protagonista.

### *Política pública educativa*

En atención a que en Colombia no han sido suficientes los grandes esfuerzos para superar problemas como el acceso a una educación de calidad, la cobertura, la permanencia en el sistema educativo de los niños y jóvenes, las bajas tasas de graduación, la persistencia de la brecha entre lo urbano y lo rural y el acceso limitado a la educación superior con altas tasas de deserción, así como la persistencia de un alto porcentaje de estudiantes (de la educación básica y media) que no alcanza los niveles de competencia proyectados, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) construyó, con la intervención de varios actores, su Plan Estratégico Institucional 2019-2022: Educación de calidad para un futuro con oportunidades para todos (2019).

El plan se orientó a partir de referentes como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), acuerdos mundiales para superar la pobreza, proteger el planeta y mejorar la vida de manera sostenible para las generaciones futuras; las metas del Plan Nacional Decenal de Educación (2016-2026); los objetivos estratégicos que definieron las metas del Plan Nacional de Desarrollo; la alianza por la calidad y pertinencia de la educación y formación del talento humano (adopción y consolidación del Sistema Nacional de Cualificaciones); y la recuperación de la legitimidad institucional como un objetivo de país, considerando que la educación es uno de los pilares del desarrollo que requiere el compromiso de todos los actores educativos (MEN, 2019).

Este plan considera la educación como una poderosa herramienta para lograr la movilidad social y la construcción de equidad, expresando la necesidad

de dirigir acciones eficaces para lograr educación de calidad hacia un desarrollo equitativo y sostenible. Para alcanzar este propósito el MEN convocó a tres entidades del sector educativo (Colciencias, el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior, Icetex, y el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, Icfes), con el fin de adelantar un ejercicio de diálogo y participación social en todo el país en torno a siete ejes estratégicos del sistema para potenciar una educación generadora de equidad, inclusión y calidad de vida: acceso a la educación, educación inicial de calidad (para un desarrollo integral), entornos escolares (para la convivencia y la ciudadanía), educación de calidad, mejor educación en la Colombia rural, gestión educativa e impulso a la educación superior (MEN, 2019).

En esa dirección, se identificaron seis propuestas o insumos para que el MEN (2019) reorientara su plan estratégico; se corresponden con los siguientes temas: (a) Ideas fuerza, surgidas de los hallazgos colectivos de los participantes, (b) Propuestas operativas o programáticas (aportes para mejorar procesos específicos del sistema educativo), (c) Propuestas audaces o disruptivas (altamente creativas e innovadoras), (d) Oferta programática del sector educación (aumento de cobertura, rediseño o utilización de experiencias exitosas de los territorios en ciertos programas del Gobierno nacional), (e) Procesos de reglamentación o revisión del marco legal (del sistema educativo), (f) Énfasis regional (problemáticas sociales y énfasis que la educación debería tener en cada territorio).

El plan estratégico planteó como misión liderar un proceso que permita cerrar brechas existentes al garantizar el derecho a la educación con calidad dentro de una atención integral en la diferencia, los territorios y sus contextos, permitiendo trayectorias educativas ininterrumpidas que impulsen el desarrollo integral de los individuos y la movilidad en la sociedad.

Así mismo, determinó que el MEN, a partir del gran pacto por una educación con enfoque integral desde la primera infancia y a lo largo de la vida, liderará con responsabilidad social y financiera las transformaciones estructurales que el sistema educativo colombiano requiera para «el mejoramiento progresivo de su capacidad para generar condiciones y oportunidades que favorezcan el desarrollo pleno de las personas y sus comunidades» (MEN, 2019, p. 12); esto, soportado en el fortalecimiento de las capacidades sectoriales y territoriales

necesarias que garanticen el cierre de brechas de acceso, permanencia y calidad en el entorno urbano y, muy especialmente, en el rural (MEN, 2019).

Por tanto, es dentro de este marco institucional que se lograría una educación de calidad basada en metodología como la investigación formativa, que orienta el Programa Ondas mediante estrategias como la ruta metodológica que propone.

### *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – CTeI*

Las políticas actuales de ciencia, tecnología e innovación, CTeI, contribuyen a la solución de dificultades en la transformación de los sistemas sociotécnicos, en atención a que el cambio tecnológico influye para que se desarrollen alternativas siempre dentro de los paradigmas, las redes y las economías de escala, que en algún momento pueden bloquear tecnologías como la colombiana que tiene eficiencia y eficacia bajas. De ahí que las políticas actuales de CTeI favorezcan una dirección hacia un cambio tecnológico (desde paradigmas consumistas) y de la producción masiva de bienes, sobre la base de un uso intensivo de los recursos que genera abundancia excesiva de residuos, así como el alto consumo de combustibles fósiles (MINCTeI, 2020).

La Política de Ciencia Tecnología e Innovación que pondrá en marcha el país se planteó con un carácter prospectivo y estratégico, con el propósito de llevar a Colombia a ser líder en América Latina en cuanto a la generación, uso y apropiación de los conocimientos científico y tecnológico, adoptando postulados de importantes teóricos y recomendaciones de la Misión de Sabios relacionados con la CTeI.

Esta política estableció seis ejes estratégicos para su ejecución, a saber: (a) Fomento de las vocaciones, formación y empleo cualificado; (b) Desarrollo de entornos para la generación de conocimiento; (c) Aumento del uso del conocimiento; (d) Incremento de la valoración y apropiación social del conocimiento; (e) Mejoramiento de la gobernanza multinivel del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; y (f) Incremento en la financiación.

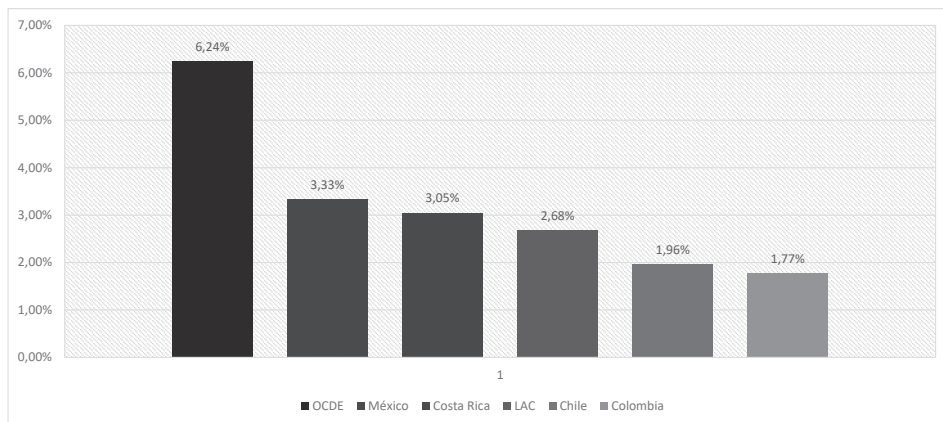
Se proyectó la aplicación de esta política durante el período del 2021 a 2030, con una asignación presupuestal que garantizará su desarrollo y que estará a cargo de entidades como los ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación, de Comercio, Industria y Turismo, de Educación Nacional y de las Tecnologías de la

Información y las Telecomunicaciones, el Departamento Nacional de Planeación, y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (MINCTEI, 2020).

En su diagnóstico, la política contempló un bajo desarrollo de vocaciones científicas en las poblaciones infantil y juvenil del país, debido al significativo rezago con relación a pares internacionales en cuanto a la formación de capital humano, en áreas del conocimiento de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. También resaltó la poca motivación por estudiar carreras en matemáticas, ciencias y estadística, debido principalmente a la «debilidad de la educación científico-tecnológica en las poblaciones infantil y juvenil y la falta de orientación y conocimiento» (MINCTEI, 2020, p. 34). Esto se vio en los resultados de las pruebas PISA 2015-2018, en las que Colombia bajó el puntaje en Ciencias (de 416 a 413), mientras que en Matemáticas —área con el más bajo desempeño— aumentó un punto (de 391 a 392), de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2018, como se citó en MINCTEI, 2020.

En la figura 6.1, que ilustra la proporción de estudiantes matriculados por países en áreas de Matemáticas, Ciencias y Estadística, Colombia se ubica en el último lugar con 1,77 %, frente a países OCDE que logran una matrícula de 6,24 % (MINCTEI, 2020, p. 34).

**Figura 6.1. Porcentaje de matriculados en 2017 por país en programas universitarios en Matemáticas, Ciencias y Estadística**



Fuente: Documento Política Nacional de CTeI (2020, p. 34).



Se resalta aquí que los programas Ondas y Jóvenes Investigadores e Innovadores desarrollados por el MINCTEI que impulsan el fomento de las vocaciones científicas de niños y jóvenes, al ser programas con mecanismos de acceso por demanda, no logran garantizar la cobertura deseada y necesaria para avanzar en esa dirección, por lo que se requiere reorientarlos para permitir a mayor número de personas el acceso en igualdad y lograr cobertura del 100 %.

### *Referentes teóricos*

Es evidente la importancia de formar tanto en habilidades como en «valores necesarios para vivir, convivir, ser productivo y seguir aprendiendo a lo largo de la vida» (Schmidt, 2006, p. 8), pues no se aprende para el momento o para presentar pruebas, se aprende para vivir porque cada experiencia en la que participan los individuos deja grandes enseñanzas que van fortaleciendo el cúmulo de aprendizajes de toda la humanidad y fortaleciendo el proyecto de vida personal.

Una educación de calidad que se funda en la investigación formativa incide en las prácticas de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo de habilidades y capacidades investigativas, y se reconoce como el principal referente para el desarrollo socioeconómico, cultural, democrático, político, de inclusión, en justicia y equidad, para cualquier país en la actualidad. Además, es tal su trascendencia que está en profunda relación y permea otros aspectos de igual importancia en la educación, como la formación docente en investigación, las políticas públicas en educación y ciencia, la permanencia escolar, el currículo y la evaluación formativa, entre otros temas o problemas.

Como se sabe, el país no ha logrado obtener resultados iguales o superiores a otros países evaluados en pruebas internacionales que miden la calidad educativa y «sus esfuerzos se podrían clasificar como en vano, toda vez, que no logra avanzar debido a los métodos de aprendizaje» (Borrero, 2020, p. 2). Esto también explica los resultados de Caquetá en las pruebas Saber 3.º y 5.º, así<sup>3</sup> como los resultados de las pruebas Saber 11.º durante el último cuatrienio que se ubicaron por debajo de la media nacional, siendo más notorios los bajos

<sup>3</sup> En Caquetá, el grado 3.º obtuvo en lenguaje, competencias comunicativas (escritora y lectora) un 47,4 % de respuestas incorrectas. En el grado 5.º, en estas mismas habilidades, el porcentaje de respuestas incorrectas superó el 45,6 %. (Icfes, 2018).

puntajes de los resultados obtenidos en el sector rural.<sup>4</sup> En su análisis del nivel de calidad educativa en Colombia, durante el período 2012-2018, Borrero (2020) compara los resultados de este país frente a los de otros de la OCDE en áreas como Matemáticas, Lectura y Ciencias, señalando que Colombia siempre se ha ubicado por debajo de otros como México y Chile, y superando únicamente a Perú.

En ese sentido, no se logran una verdadera renovación en el currículo y los métodos educativos para establecer nuevas tendencias pedagógicas y metodológicas, de acuerdo con las expectativas e intereses de los estudiantes que les permita superar el papel de escucha pasivo o de *Homo videns*, como lo caracteriza Sartori (1997). Esta superación se logra al destronarse la cultura escrita y superponerse las imágenes y la información sin que medie un acto de análisis, crítica o juicio sobre lo observado, mediante los diversos medios de información al alcance de sus manos.

Cabe aquí referirse al término educación bancaria, acuñado por Freire (1970), al considerar que la educación, de esta manera, se convierte en una acción de depósito, como acto que se lleva a cabo sobre la base de la narración del docente, «como su agente indiscutible, cuya tarea indeclinable es llenar a los educandos con el contenido de su narración» (p. 51). Esta práctica metodológica, que se mantiene vigente en muchas instituciones escolares con serios problemas educativos y que tienen menos posibilidades de desarrollo y progreso, va en contra de lo esperado y proyectado en el plan estratégico institucional.

Algunos problemas relacionados con el contexto también suman a la problemática. La deserción escolar, la dispersión poblacional, el bajo nivel de ingresos económicos de las familias y el no tener la propiedad de la tierra (pues los padres de familia son mayordomos o cuidadores de fincas), así como docentes que aún no alcanzan un nivel profesional en sus estudios, provisionalidad en los nombramientos de estos, baja asignación de recursos Conpes, infraestructura en malas condiciones y otras tantas dificultades hacen caldo de cultivo para que se logren bajos resultados en pruebas externas en esta región.

<sup>4</sup> Donde el porcentaje de respuestas incorrectas en Matemáticas de grado 3.º en comunicación, razonamiento y resolución, registran datos por debajo de la media territorial y nacional (42,9 %). Igualmente, en grado 5.º, el porcentaje de respuestas incorrectas, en las mismas competencias, supera el 52 %.

A pesar de los importantes avances y la ejecución de programas para mejorar la calidad educativa, procurando cerrar brechas sociales entre poblaciones rural y urbana (y entre grupos étnicos) para disminuir índice de deserción escolar y promover su movilidad social, no se han logrado los objetivos esperados. Se han adelantado diversos esfuerzos mediante los programas de Cobertura Escolar, PAE, Paipi, De Cero a Siempre, PER, PTA, Ser Pilo Paga y Ondas,<sup>5</sup> entre otros; sin embargo, los resultados en las pruebas de calidad no mejoran (Delgado Barrera, 2014).

El estudio de Escallón Arango (2018) plantea algunas recomendaciones para mejorar la calidad de la educación, considerando otros mecanismos para valorarla integralmente. Tal es el caso del índice sintético de calidad y su instrumento el índice sintético de calidad de la educación (ISCE) para medir la calidad de los establecimientos educativos en cuatro componentes, a saber: Progreso, Desempeño, Eficiencia y Ambiente escolar<sup>6</sup> (Decreto 1075, 2015, artículo 2.3.8.8.2.3.1). Sin embargo, cada uno de estos factores está asociado concretamente a resultados de las pruebas estandarizadas, lo que indica que es un mecanismo que difiere poco del proceso que se ha llevado comúnmente y que, es muy probable, ofrecería iguales resultados.

En su trabajo «Políticas educativas en Colombia: en busca de la calidad», Pérez Dávila (2018) hace un abordaje acerca de algunas políticas educativas que tienen como propósito lograr la calidad educativa para solucionar problemas del sector: cobertura, calidad, formación docente, metodología e investigación, entre otros temas relacionados, resaltando la importancia que cobran estas en el marco del derecho a la educación consagrado en la Constitución Política de Colombia.

En la formación docente también urge un replanteamiento que propenda por «posicionar la figura de un maestro investigador capaz de alentar la investigación, la participación y la innovación» (Restrepo Gómez, 2009, p. 105). El docente no está siendo formado como investigador, lo que repercute en que tampoco se adelanten procesos de enseñanza y aprendizaje, basados en la

<sup>5</sup> PAE (Proyecto de Alimentación Escolar); PAIPI (Proyecto de Atención Integral para la Primera Infancia), PER (Proyecto de Educación Rural); PTA (Proyecto Todos a Aprender).

<sup>6</sup> Progreso: mejoramiento de la institución en los resultados de las pruebas de Estado con respecto al año inmediatamente anterior. Desempeño: mide resultados de las pruebas de Estado del año actual. Eficiencia: mide la tasa de aprobación escolar al finalizar el año escolar. Ambiente Escolar: puntaje promedio que obtenga cada establecimiento en las Encuestas de Factores Asociados como parte de las pruebas Saber 5 y 9.

investigación y el desarrollo de proyectos. Se puede aseverar que son pocas las instituciones dedicadas a la formación docente del país que hayan logrado orientar la profesionalización de los educadores hacia la formación en investigación científica.

Una formación docente en la universidad pública que lleve a educarse como maestro investigador se oferta poco, porque no ha sido consolidado este direccionamiento en todas las universidades colombianas; algunas como la de Antioquia que ofrece una especialización en Teorías, Métodos y Técnicas en Investigación Social<sup>7</sup> y la Surcolombiana, que ofrece una maestría en Educación con énfasis en Investigación y Docencia Universitaria, han logrado avanzar en ese sentido, pero aún no se ha encontrado el camino que conduzca a graduar profesionales docentes expertos en investigación en el ámbito educativo para dar respuesta a esa sentida necesidad en la actualidad y, de esta manera, avanzar hacia una educación de calidad en Colombia.

La escuela debe garantizar el desarrollo de una mentalidad crítica, el interés por la indagación y el frecuente cuestionamiento, así como la posibilidad de crear conocimiento (Numa-Sanjuan y Márquez Delgado, 2019), pero ello no siempre ha ocurrido de esta manera porque se aplican los lineamientos de la educación bancaria<sup>8</sup> (Ocampo López, 2008) y, en parte, porque los docentes no fueron educados como investigadores durante su proceso de formación profesional. Bolívar Osorio (2013) considera que la investigación formativa permite que el estudiante se familiarice con los métodos y técnicas de investigación porque recrea espacios donde se integran los grupos de investigación escolar y esto les permite, si es su vocación, encaminarse hacia la investigación como proyecto de vida.

<sup>7</sup> La Universidad de Antioquia ofrece una especialización en Teorías, Métodos y Técnicas en Investigación Social y tiene tres registros calificados para igual número de lugares de ejecución del programa.

<sup>8</sup> Freire caracteriza la educación bancaria como aquella en la que el docente deposita información en el cerebro del estudiante, como si fuera una consignación bancaria, y luego retira como de un cajero (mediante la evaluación) los mismos datos o conocimientos entregados o guardados. Este tipo de educación propuesto debe cambiarse por una que construya una visión crítica de la realidad donde se vive.

### *La puesta en marcha del Programa Ondas en Caquetá y en la I. E. Sagrados Corazones*

Ondas registra presencia en este territorio desde el año 2008, pero es a partir del 2011 que Colciencias y la Universidad de la Amazonia presentaron la primera publicación pedagógica con los resultados de las investigaciones realizadas durante este período, logrando registrar y mostrar ante la comunidad educativa regional los avances en el desarrollo de proyectos preestructurados y abiertos, y que buscaba fomentar una cultura ciudadana y democrática de CTeI (Cardozo *et al.*, 2013).

En el 2011 se desarrollaron proyectos Ondas en 15 municipios del departamento: Florencia, Albania, Belén de los Andaquíes, Cartagena del Chairá, Curillo, El Doncello, El Paujil, La Montañita, Milán, Morelia, Puerto Rico, San José del Fragua, San Vicente del Caguán, Solita y Valparaíso (Cardozo *et al.*, 2013). En ese momento las líneas temáticas definidas fueron: ambiental, derecho infantil, área productiva y ciencias básicas.

Dentro de los proyectos preestructurados se presentaron: Nacho Derecho, en la Onda de Nuestros Derechos y Los Navegantes de las Fuentes Hídricas, lo que permitió un nivel de análisis y comprensión de las diferentes formas en que se generan las relaciones interpersonales; esto debido a que, en cuanto se conocen y respetan los derechos de los niños como base fundamental para conocer y respetar los derechos humanos, se permite tener una visión más amplia del tema y su relación con la vida propia de cada niño o joven.

Las etapas de la estrategia pedagógica del Programa Ondas Colciencias Caquetá en las instituciones y centros educativos de este departamento se enfocaron en desarrollar investigación formativa mediante ocho fases denominadas: (1) Estar en la onda de Ondas (proceso de acercamiento con los niños y jóvenes investigadores Ondas y sus maestros coinvestigadores), (2) Perturbación de la Onda (investigar se aprende investigando; formulación y planteamiento de la pregunta de investigación), (3) Superposición de la Onda (delimitación del problema que se quiere o se puede investigar), (4) Diseño de la trayectoria de la investigación (proceso sistemático de búsqueda, con actividades y tareas organizadas coherentemente en el tiempo y espacio de la investigación), (5) Recorrido de la trayectoria de indagación (desarrollo de la investigación en la práctica), (6) Reflexión de la Onda (sistematización, elaboración de informes y

resultados de la investigación), (7) Propagación de las ondas (socialización de los resultados) y (8) Conformación de redes y comunidades de práctica, saber y conocimiento (Cardozo *et al.*, 2013).

Durante 2019 participaron en La Onda de Investigación en el Caquetá 243 proyectos equivalentes al 70 % de las instituciones educativas de las áreas rural y urbana. Estos generaron experiencias de aprendizajes en los estudiantes y permitieron, en algunos casos, plantear estrategias de mejoramiento para las problemáticas sobre las que trabajaron, de acuerdo con el tipo de proyecto: (a) abiertos, que incluían las áreas de Humanidades y Ciencias Sociales, entre otras, y (b) preestructurados, que se relacionaban con el cambio climático y la expedición y establecimiento de inventarios biológicos (Universidad de la Amazonia *et al.*, 2019).

Con la puesta en práctica del programa Fortalecimiento de las Vocaciones Científicas en Niños, Niñas, Adolescentes y Jóvenes se buscó fomentar una cultura ciudadana y democrática de ciencia, tecnología e innovación mediante la estrategia de participación de grupos de investigación infantil y juvenil para que, mediante sus preguntas, pudieran plantearse problemas investigativos de su entorno. Se utilizó la ruta metodológica de Ondas, consolidando grupos de investigadores y docentes más empoderados para el desarrollo de proyectos muy similares a los que adelantan investigadores profesionales, iniciando con la conformación de un grupo, pasando por la definición de un problema de investigación, diseñando una metodología y, por último, comunicando los resultados y aprendizajes derivados del proceso (Universidad de la Amazonia *et al.*, 2019).

Fueron tres las fases que se desarrollaron, cada una con etapas bien definidas por cumplir. Primera fase: planeación del proyecto (etapa 1: establecer los compañeros de aventura; etapa 2: definir lo que quieren hacer; etapa 3: determinar cómo llevarlo a cabo). Segunda fase: desarrollo del proyecto (etapa 4: diseñar instrumentos para recolectar datos; etapa 5: recoger la información; etapa 6: sistematizar y organizar todos los datos; etapa 7: interpretar los datos y escribir los resultados). Tercera fase: comunicación de los resultados de la investigación (etapa 8: compartir la solución; etapa 9: comunicar los avances y resultados). Lo anterior, de acuerdo con Universidad de la Amazonia *et al.* (2019).

En el desarrollo de los proyectos con Ondas en la I. E. Sagrados Corazones de Puerto Rico cada participante cumplió un rol específico en el ejercicio

investigativo, aplicando la metodología de la investigación-acción pedagógica (IAP) propuesta por Ondas. Consistió en que, una vez identificado un problema del contexto mediante la observación participante y la utilización de unos instrumentos de recolección de datos, se desarrolló el proceso de organización, registro y sistematización de información. El procedimiento investigativo siguió con el análisis de categorías para, una vez comprendido el problema, presentar las conclusiones.

En bitácoras y actas se registraron los pasos del proceso investigativo, y era tarea ineludible presentar el proyecto en audiencia ante la comunidad educativa. Los integrantes del grupo de investigación tuvieron que demostrar en este ejercicio todas las capacidades y habilidades desarrolladas en el proceso, tales como la argumentación, la síntesis, la comprensión y el análisis crítico mediante el uso de un lenguaje técnico y términos científicos, entre otras habilidades y capacidades para aprender a investigar, tarea que se logró con mucha responsabilidad y acierto.

Cuando un proyecto de investigación es seleccionado en el nivel institucional, se presenta ante otros pares en los ámbitos local y regional a fin de lograr un cupo para el nivel nacional. Algunos grupos de la institución lograron cupos para el nivel nacional e inclusive participaron en el ámbito internacional, como es el caso de un proyecto sobre el agua que se presentó en un encuentro internacional.

La situación de aislamiento, presentada por la pandemia de COVID-19, obligó a los grupos de investigación a usar otras herramientas tecnológicas como la presentación de videos por redes sociales y YouTube, lo que una vez más dejó en evidencia que el Programa Ondas, a pesar de los inconvenientes que se presentaron, logró el objetivo de promover el desarrollo de actitudes, habilidades y capacidades investigativas.

Como el programa se adelanta en contrajornada escolar, se hace necesario que el Ministerio de Educación comprenda su importancia para promover una educación de calidad y se inicie el proceso que permita incorporar esta estrategia como parte integral del currículo institucional, planes de estudio y planes de aula, de tal manera que se pueda desarrollar durante la jornada laboral, se involucren realmente todas las áreas del conocimiento con sus docentes titulares y no continúe como un apéndice.



## Metodología

Para llevar a cabo este proceso se adelantó una investigación de corte cualitativo. Este recogió las narrativas documentadas por los sujetos que participaron en el evento estudiado durante el año 2019 por medio de diversos instrumentos: entrevistas en profundidad (al rector y al coordinador de la I. E.), entrevistas semiestructuradas (a siete docentes participantes en el Programa Ondas y a cinco estudiantes participantes) y un grupo focal (conformado por 40 estudiantes). La recolección se hizo con el fin de conocer sus sentimientos, percepciones, contrariedades y emociones experimentados durante su participación en el proyecto de investigación del Programa Ondas, bajo los principios del diseño fenomenológico propuesto por el filósofo Edmund Husserl (1859-1938). Este enfoque busca describir el sentido que para las personas tiene el mundo y consiste en un ejercicio que examina los contenidos de la conciencia, determinando si son reales, ideales, precisos, objetivos o imaginarios para describirlos en su esencia. Para este filósofo, la conciencia es un conjunto de actos que en sí mismos son las vivencias o fenómenos (Montero Anzola, 2007).

Lo primordial en este enfoque es comprender el fenómeno como parte de un todo significativo que solo se puede analizar con relación a la experiencia vivida; por ello, plantea la necesidad de abordar y analizar «la vida activa de construcción de sentido que realiza la subjetividad humana» (Fuster Guillén, 2019, p. 203) como un proceso que da origen a la búsqueda incansable de conocimiento. El diseño fenomenológico busca obtener las perspectivas de los actores participantes en una vivencia al explorar, describir y comprender elementos comunes de su experiencia grupal con el fin de determinar categorías que se comparten acerca del fenómeno estudiado, siendo de vital importancia la esencia de la experiencia compartida (Hernández Sampieri *et al.*, 2014). Desde la fenomenología empírica, el enfoque está más centrado en describir las experiencias de los participantes.

En educación, la importancia del método fenomenológico radica en que conduce a un proceso de reflexión profundo sobre las experiencias cotidianas para encontrar significados de modo particular en cada individuo, con el fin de proponer acciones que ayuden a mejorar la práctica pedagógica. Fuster Guillén (2019) considera trascendental esta práctica debido a que en los ambientes



educativos permite comprender la dimensión subjetiva de los actores, concediendo sentidos y significados fundamentales para una reflexión fenomenológica, pues admite «pensar e investigar campos esenciales de la educación y articularla en el análisis de la complejidad de los problemas humanos» (p. 206).

Las fases para llevar a cabo este tipo de investigación están orientadas a la descripción e interpretación de las estructuras fundamentales de la experiencia vivida para lograr el reconocimiento del valor pedagógico de estas experiencias. Según Fuster Guillén (2019) las fases generales del método fenomenológico son las siguientes:

1. Primera fase: etapa previa o clarificación de presupuestos.
2. Segunda fase: recoger la experiencia vivida.
3. Tercera fase: reflexionar acerca de la experiencia vivida-etapa estructural.
4. Cuarta fase: escribir-reflexionar acerca de la experiencia.

Para esta investigación se establecieron las fases de acuerdo con la propuesta de Hernández Sampieri *et al.* (2014): (a) definición del problema o fenómeno a estudiar, (b) recopilación de los datos sobre las experiencias vividas por los participantes mediante instrumentos como las entrevistas en profundidad y semiestructurada, y un grupo focal, (c) análisis de los comportamientos y narrativas personales según las experiencias, (d) identificación de las unidades de significado y generación de categorías, (e) elaboración de una descripción genérica de las experiencias y su estructura, y (f) construcción de una narrativa que transmita la esencia de la experiencia con relación al fenómeno estudiado y las diferentes apreciaciones u opiniones mediante un análisis de los hallazgos de la investigación.

### *Identificación de las unidades de significación o de análisis*

En esta investigación se identificaron las siguientes unidades de significación derivadas de la adopción del programa Ondas en la I. E. Sagrados Corazones: (a) sentidos y significados que generó Ondas, (b) transformaciones en el componente pedagógico institucional, (c) componente investigativo: prácticas pedagógicas y nuevas didácticas, (e) transformaciones en la evaluación, y (f) componente administrativo y desarrollo general del Programa Ondas en Caquetá.

### *Participantes*

Las audiencias foco para esta investigación fueron estudiantes, docentes y directivos de la I. E. Sagrados Corazones del municipio de Puerto Rico, Caquetá, participantes del Programa Ondas en ese departamento.

- **Docentes:** eran licenciados en diversas disciplinas, algunos con especializaciones y otros con maestrías. La mayoría de ellos tiene una trayectoria en educación de aproximadamente diez años; sus edades oscilan entre los 35 y los 50 años; participaron dos mujeres y cinco hombres.
- **Estudiantes:** los 200 niños y jóvenes que han participado en el Programa Ondas en la institución pertenecen a los grados sexto a décimo de educación básica secundaria, con edades que oscilan entre los 10 y los 16 años. En su mayoría del género femenino, residentes en el municipio de Puerto Rico y provenientes de familias con bajo acceso al uso de tecnologías.
- **Directivos:** tienen un nivel educativo de licenciaturas, especializaciones o maestrías en distintas disciplinas; su trayectoria en educación básica secundaria oscila entre los diez y los 25 años.

### *Instrumentos*

Entre las fuentes primarias, los instrumentos que se utilizaron fueron: la entrevista en profundidad, que se aplicó a rector y coordinador de la I. E.; la entrevista semiestructurada, usada con siete docentes —equivalente a un 70 % de los diez que han hecho parte del Programa Ondas— y cinco estudiantes que participaron antes del 2019; y dos grupos focales creados, para un total de 40 estudiantes integrantes de Ondas (20 por cada grupo) escogidos de manera aleatoria entre los diez grupos que han participado hasta la fecha (200 en total), una muestra equivalente al 20 %. Los participantes debían cumplir con criterios como ser directivo, docente o estudiante de la I. E. Sagrados Corazones y haber estado en el Programa Ondas durante su proceso de puesta en marcha en la institución.

Entre las fuentes secundarias se utilizó el análisis documental y para ello se recolectó información de actas, relatorías y memorias producto del trabajo realizado por los estudiantes durante el proceso de puesta en práctica del Programa Ondas. Adicionalmente, se utilizaron diarios o bitácoras, registros fotográficos, video y material audiovisual, y un documento impreso sobre los resultados de los proyectos realizados en el período comprendido entre el 2011 y el 2019 en el Caquetá, editado por Colciencias, Gobernación del Caquetá y la Universidad de la Amazonia.

### *Validación y aplicación de los instrumentos*

Se realizaron dos validaciones de los instrumentos antes de su aplicación, cuyo objetivo central fue precisar el grado de confiabilidad en cuanto a la información que se pretendía recolectar, relacionada con las categorías establecidas para este estudio. La primera validación del documento que contenía la entrevista a profundidad se aplicó a docentes que habían participado en Ondas por lo menos durante un año, pero que no pertenecieron a la I. E. Sagrados Corazones.

Aquí se logró establecer que la comunicación fluyó fácilmente entre entrevistado y entrevistador dado que las preguntas eran comprensibles y permitían conocer las apreciaciones sobre la experiencia vivida. Sin embargo, se pudo establecer que la pregunta relacionada con la manera de evaluar la multiplicidad de los estudiantes para plantear soluciones a los conflictos generó interrupción comunicativa y requirió ser repetida varias veces para su comprensión.

En la segunda y última validación, después de realizadas las revisiones, los ajustes respectivos y las correcciones, se notó la consolidación de una entrevista coherente, sólida y bien estructurada que se aplicó a otros docentes participantes en Ondas, pero que habían pertenecido a la I. E. Sagrados Corazones.

### *Coherencia entre objetivo, unidades de análisis, indicadores y preguntas*

En las tablas 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 se establece la coherencia entre el objetivo, las unidades de análisis y las preguntas de la entrevista:

Tabla 6.1. Coherencia con las preguntas de la 1 a la 9

| Actor participante               | Objetivos específicos  | Unidades de análisis (1)   | Indicadores  | Preguntas  |
|----------------------------------|--|--|--|--|
| <b>Docentes coinvestigadores</b> | Analizar transformaciones en el componente pedagógico y en las prácticas didácticas generadas de la aplicación del Programa Ondas en Caquetá que hayan promovido habilidades investigativas en los estudiantes, fortaleciendo una cultura de ciencia, tecnología, investigación e innovación en la I. E. | Sentidos y significados que generó el Programa Ondas en la I. E. | Significado de Ondas<br>Ruta metodológica de Ondas<br>Concepto de investigación<br>Papel de los estudiantes<br>Investigación formativa | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En perspectiva de investigación, ¿qué significó para usted, como docente, participar en el Programa Ondas?</li> <li>2. Describa, de manera general, cuál es la dinámica del programa Ondas para fomentar la investigación escolar.</li> <li>3. ¿Qué significado cobra la investigación en la escuela, con Ondas?</li> <li>4. ¿Qué sentido tiene ahora acerca del concepto investigación formativa? Explique: ¿Ondas influyó y de qué forma?</li> <li>5. ¿Qué papel desempeñaron sus estudiantes en la propuesta de Ondas?</li> <li>6. ¿Por qué valdría la pena continuar o no participando en el Programa Ondas?</li> <li>7. El trabajo en equipo para aprender a investigar, ¿qué importancia cobra, según la propuesta de Ondas?</li> <li>8. ¿Cree que los estudiantes aprendieron realmente a investigar con Ondas y por qué?</li> <li>9. Relate anécdotas y nuevos significados creados, con respecto a la investigación, en el programa Ondas. ¿Por qué son importantes?</li> </ol> |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6.2. Coherencia con las preguntas de la 10 a la 14

| Actor participante           | Objetivos específicos   | Unidades (2)                        | Indicadores   | Preguntas  |
|------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Docentes<br>coinvestigadores | Analizar transformaciones en el componente pedagógico generadas de la aplicación del Programa Ondas en Caquetá que hayan promovido habilidades investigativas en los estudiantes. | Componente pedagógico institucional | Enfoque pedagógico orientado a la investigación<br><br>Misión y visión con perspectiva investigativa<br><br>Proyectos pedagógicos para la investigación<br><br>Ambientes de aprendizaje para la investigación | 10. ¿Considera que el enfoque pedagógico del PEI está orientado hacia el fortalecimiento de la investigación escolar? ¿En qué sentido?<br>11. ¿La misión y la visión institucional están planteadas desde la perspectiva de la investigación formativa? ¿Por qué?<br>12. ¿De qué forma cree que los proyectos pedagógicos están enfocados a fortalecer la investigación formativa en los estudiantes?<br>13. ¿De qué manera los ambientes de aprendizaje se diseñaron para que los estudiantes aprendieran a investigar? ¿Cómo se logró demostrar este proceso?<br>14. Por participar en el Programa Ondas, ¿qué aspectos de su práctica pedagógica se transformaron e influyeron para que sus estudiantes aprendieran a investigar? |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6.3. Coherencia con las preguntas de la 15 a la 20

| Actor participante                       | Objetivos específicos   | Unidades (3)                             | Indicadores  | Preguntas  |
|--|---|--|--|--|
| Docentes<br>coinvestigadores de<br>Ondas | Descubrir sentidos y significados que atribuyen los actores docentes al concepto de investigación en la escuela, como producto de su participación en el Programa Ondas en Caquetá. | Componente investigativo                 | Planes de estudio reestructurados para la investigación    | 15. ¿En qué medida los planes de estudio se reestructuraron para fortalecer la investigación formativa de los estudiantes? Describa su respuesta.                            |
|  |   |  | Planes de aula diseñados para la competencia investigativa | 16. ¿Los planes de aula permiten en su desarrollo integrar la investigación formativa? ¿En qué sentido se lleva a la práctica?   |
|  |   |  | Vocación investigación                                     | 17. ¿Se logró mediante Ondas motivar y despertar interés en los estudiantes por la investigación? ¿Por qué su respuesta?   |
|  |   | Prácticas pedagógicas/ Nuevas didácticas | Relaciones docente-estudiante                              | 18. ¿Cómo se han dinamizado las relaciones docente-estudiante derivadas de este proceso con Ondas en Caquetá?  |
|  |   |  | Didácticas para fortalecer investigación formativa         | 19. Describa cuáles son las nuevas estrategias didácticas que surgieron para el fortalecimiento de la investigación formativa en los estudiantes a partir del proyecto Ondas |
|  |   |  | Transformación de la práctica pedagógica                   | 20. ¿De qué manera han sido transformadas sus prácticas didácticas a partir de Ondas?  |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6.4. Coherencia con las preguntas de la 21 a la 25

| Actor participante                 | Objetivos específicos  | Unidades (4)                                      | Indicadores   | Preguntas   |
|------------------------------------|--|---|---|---|
| Docentes coinvestigadores de Ondas | Reconceptualizar el significado de evaluación que percibieron los estudiantes, derivado de la apropiación del Programa Ondas en Caquetá en su proceso de formación en investigación. | Prácticas evaluativas/ funciones de la evaluación | Habilidades: investigativa, interpretativa, argumentativa, analítica<br><br>Formulación de problemas<br><br>Pensamiento sistémico<br><br>Comunicación escrita | 21. Describa qué proceso se desarrolló para evaluar la formación en investigación formativa de los estudiantes.<br><br>22. ¿De qué manera se evaluó el desarrollo de las habilidades interpretativas, argumentativas y analíticas en los estudiantes?<br>¿Puede citar ejemplos?<br><br>23. ¿Qué tipo de evaluación se estableció para valorar en los estudiantes la apropiación en la formulación de problemas?<br><br>24. Reseñe cómo se evaluó en los estudiantes su capacidad para proponer soluciones a situaciones de conflicto, donde están inmersos los individuos.<br><br>25. En cuanto a la comunicación escrita, ¿cuáles fueron los logros alcanzados por los estudiantes, según la evaluación establecida? |

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6.5. Coherencia con las preguntas de la 26 a la 30

| Actor participante     | Objetivos específicos   | Unidades (5)              | Indicadores  | Preguntas   |
|------------------------|---|---------------------------|--|---|
| Docente coinvestigador | Valorar, desde el componente administrativo institucional, la aplicación del Programa Ondas en la i. e. como una apuesta para el fortalecimiento de la vocación investigativa de sus estudiantes y de la cultura ciudadana. | Componente administrativo | Reconocimiento por participación en Ondas<br><br>Puesta en práctica de Ondas<br><br>Tiempo, espacio, recursos en Ondas<br><br>Presupuesto para investigar en Ondas<br><br>Desafíos y apuestas de Ondas | 26. Comente si usted con sus estudiantes han recibido reconocimientos por la participación en el programa. ¿Cómo vivieron dicha experiencia? Narre su vivencia.<br>27. ¿Qué opinión le merece, de manera general, el desarrollo del Programa Ondas en Caquetá?<br>28. ¿Cómo es el manejo del tiempo, espacio y recursos para investigar en la escuela con Ondas?<br>29. En cuanto a recursos económicos que asigna el programa, ¿qué consideraciones quisiera precisar?<br>30. ¿Algún otro comentario que quisiera agregar, aclarar o expresar sobre el tema de investigación formativa según Ondas en Caquetá? |

Fuente: elaboración propia.

### *Tratamiento de la información*

Una vez recolectada la información se efectuó el proceso de triangulación de datos, que consistió en contrastarla a partir de las diferentes fuentes e



instrumentos utilizados. De este proceso surgió la categorización de esta información de acuerdo con la frecuencia que se derivó de las respuestas dadas por los actores. Se pudieron identificar categorías esenciales o comunes de las narraciones, así como las categorías emergentes.

## Resultados

La información recolectada en esta investigación mostró que la puesta en marcha del Programa Ondas en Caquetá influyó para que en la I. E. Sagrados Corazones de Puerto Rico, Caquetá, se generaran transformaciones y resignificaciones en procesos institucionales como los que se describen a continuación, según la categorización de la información obtenida:

1. *Sentidos y significados que generó Ondas en los participantes (categoría 1):* para los docentes participantes promovió la creatividad y el dinamismo para el ejercicio de la profesión docente, la posibilidad de utilizar diversos espacios, recursos y tiempos, así como nuevas formas de enseñar y aprender. También desarrolló en los estudiantes capacidad para la resolución de preguntas, capacidad de expresión, mayor dinamismo en su proceso de aprendizaje y la integración de saberes múltiples en el proceso de aprendizaje. Igualmente, se promovió el desarrollo de capacidades para reconocer eventos naturales, sociales, culturales y procesos de descubrimiento y asombro ante los fenómenos que se generan en su entorno. Asimismo, promovió el aprendizaje en manejo de técnicas ambientales y conservación de recursos; la participación de los estudiantes y docentes en ferias de la ciencia en los ámbitos municipal, departamental, nacional e internacional, el fortalecimiento en los procesos comunicativos y el manejo de público para argumentar proyectos de investigación (véase la tabla 6.6).

Tabla 6.6. **Categorización de la información recolectada: categoría 1**

| <b>Categorías esenciales o comunes de las narraciones:</b><br><i>Sentidos y significados que generó Ondas en la I. E.</i>   | <b>Frecuencia</b> | <b>Categorías emergentes</b>   | <b>Frecuencia</b> |
|---|-------------------|--|-------------------|
| • Creatividad y dinamismo para la profesión docente   | 54 %              | • Fundamentación y formación docente   | 27 %              |
| • Posibilidad como docentes de utilizar diversos espacios, recursos, tiempos  | 27 %              | • Línea investigativa Ondas basada en principios de la IAP   | 27 %              |
| • Capacidad de expresión y mayor dinamismo del estudiante   | 54 %              | • Papel de docente como orientador   | 13 %              |
| • Capacidad del estudiante para reconocer eventos propios (naturales, sociales, culturales) y reconocimiento del entorno donde vive   | 54 %              | • Mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes  | 27 %              |
| • Proceso de descubrimiento y asombro, por parte de los estudiantes ante fenómenos naturales  | 54 %              | • Interés de los estudiantes por la investigación; se nutre de salidas pedagógicas, encuentros y deseos por cumplir metas                                  | 27 %              |
| • Aprendizaje en manejo de técnicas ambientales y conservación de recursos  | 54 %              | • Habilidad por parte de los estudiantes para hacer siembra  | 13,5 %            |
| • Participación de los estudiantes y docentes en ferias de la ciencia en los ámbitos municipal, departamental, nacional e internacional, lo que fortalece relación docente-estudiante | 54 %              | • Asignación de presupuesto Colciencias suficiente para participación en ferias, encuentros, eventos de la ciencia en los ámbitos nacional e internacional | 27 %              |
| • Procesos comunicativos y manejo de público por parte de los estudiantes que los prepara para argumentar proyectos   | 40,5 %            | • Nivel de autoestima e identidad personal del estudiante con Ondas  | 27 %              |
| • Motivación, interés y gusto por parte de los estudiantes en participar de la experiencia Ondas  | 40,5 %            | • Ondas como experiencia significativa para docentes y estudiantes   | 40,5 %            |
| • Apoyo y acompañamiento del Programa Ondas a docentes y estudiantes para el proceso  | 27 %              | • Fluctuación en la permanencia de maestros participantes por uso de tiempo libre y recarga laboral  | 13 %              |
| • Alto nivel de responsabilidad de los actores  | 40,5 %            | • No bonificación ni consideración por parte de otros integrantes de la comunidad por participar en proceso Ondas  | 27 %              |
| • Dificultad para estudiantes y docentes por el tiempo dedicado al proyecto en contrajornada  | 40,5 %            | • Recarga laboral para docentes  | 27 %              |
| • Uso del tiempo extra genera problemas familiares y laborales en docentes y estudiantes. Problema para desarrollar el programa: uso del tiempo libre                                 | 54%               | • Recarga académica para estudiantes   | 27 %              |
| • Desarrollo del proceso investigativo de manera externa al desenvolvimiento curricular institucional para docentes y estudiantes   | 40,5%             |  |                   |

Fuente: elaboración propia.

2. *Transformaciones en el componente pedagógico institucional (categoría 2)*: esta categoría hace relevantes las transformaciones surgidas en el componente pedagógico institucional derivado de la instauración de Ondas en la I. E., a saber: la resignificación del componente pedagógico, el enfoque institucional, y las resignificaciones al plan de estudios y reorientación de los proyectos pedagógicos permitieron adecuar el área de Ciencias Naturales a fin de cumplir con los requerimientos del MEN y de la Secretaría de Educación departamental para crear una nueva modalidad educativa desde el año 2017 en «Ambiente», articulada con el Sena. De esta manera, los estudiantes tuvieron la oportunidad de graduarse en una especialidad diferente a la que tradicionalmente se venía ofertando en la institución (la modalidad en Procesos Contables). Igualmente, fueron evidentes algunas transformaciones en la práctica pedagógica orientadas hacia la investigación formativa, influyendo en el aprendizaje de la ciencia por parte de los estudiantes (véase la tabla 6.7).

En la misión y la visión institucionales se agregó el componente investigativo como uno de los pilares del enfoque pedagógico y el proceso educativo, que en adelante guiaría el quehacer docente del establecimiento educativo (antes no estaba incluido) y, de esta manera, se trazaría una meta hacia el logro de una educación de calidad.

Tabla 6.7. **Categorización de la información recolectada: categoría 2**

| Categorías esenciales o comunes de las narraciones:   |            |  |            |
|---|------------|--|------------|
| <i>Transformaciones en el componente pedagógico institucional derivado de Ondas</i>         | Frecuencia | Categorías emergentes  | Frecuencia |
| • Enfoque pedagógico institucional orientado a modalidad ambiental                          | 27 %       | • Diversidad de espacios como ambientes de aprendizaje   | 27 %       |
| • Ambientes de aprendizaje exteriorizados   | 40.5 %     | • Establecimiento de relaciones en el nivel institucional, de organizaciones sociales, corporaciones | 13.5 %     |
| • Transformaciones de la práctica pedagógica influyen para el aprendizaje de la ciencia     | 40.5 %     | • Relaciones docentes-estudiantes basadas en el respeto, la alegría, sinergia y compartir            | 27 %       |
| • Transformaciones en el plan de áreas orientado a la modalidad de bachillerato en Ambiente | 40.5 %     | • Integración. Articulación Ondas con el currículo   | 27.5 %     |
| • Planes de estudio y proyectos pedagógicos orientados a la investigación formativa         | 40.5 %     |  |            |

*Continúa...*

| <b>Categorías esenciales o comunes de las narraciones:</b>   |                   |   |                   |
|--|-------------------|---|-------------------|
| <i>Transformaciones en el componente pedagógico institucional derivado de Ondas</i>                | <b>Frecuencia</b> | <b>Categorías emergentes</b>  | <b>Frecuencia</b> |
| • Nivel de exigencia y cumplimiento por parte del programa es alto para los estudiantes y docentes | 27.5 %            | • Bajo porcentaje de docentes participantes en Ondas  | 13 %              |
| • Rigor en el proceso investigativo  | 27.5 %            | • Aporte económico extra por parte de los actores al proyecto (docentes y estudiantes) para complementar gastos del proceso | 27.5 %            |
| • Presupuesto para investigar es poco  | 40.5 %            | • Desarrollo de trabajos investigativos con avances significativos  | 27 %              |
| • Enfoque pedagógico orientado a la investigación formativa  | 40.5 %            | • Creación de nueva modalidad en el bachillerato con salida en ambiente articulada con el Sena                              | 27 %              |
| • Proyectos pedagógicos orientados a la investigación formativa                                    | 40.5 %            |   |                   |
| • Misión y visión orientadas a la investigación formativa  | 40.5 %            |   |                   |
| • Integración de rector y administrativos para desarrollar proceso Ondas                           | 54 %              |   |                   |

Fuente: elaboración propia.

3. *Componente de investigación formativa (categoría 3):* la información sobre esta categoría permitió descubrir que a partir de la experiencia con Ondas el proceso formativo de los educandos, desde de la aplicación de la investigación como estrategia de aprendizaje, favoreció el desarrollo de pensamiento crítico, la observación de fenómenos naturales, sociales y ambientales, así como la utilización de escenarios externos a la institución para realizar la investigación escolar. También permitió establecer el componente investigativo en el currículo, los planes de aula y los proyectos pedagógicos transversales de tal manera que, a partir de una pregunta de investigación, se pudieran abordar problemas del medio y del contexto donde vivían los estudiantes actores. Así mismo, estos se familiarizaron con el método científico, empoderándose y desarrollándolo en sus proyectos; y los docentes instauraron nuevas didácticas en su proceso de enseñanza, ejerciendo liderazgo académico y credibilidad, y proyectando una buena imagen institucional (véase la tabla 6.8).

Tabla 6.8. Categorización de la información recolectada: categoría 3

| Categorías esenciales o comunes de las narraciones:  |            |  |            |
|--|------------|--|------------|
| <i>Componente investigativo y su incidencia en las prácticas pedagógicas y nuevas didácticas por la puesta en práctica de Ondas</i>  | Frecuencia | Categorías emergentes  | Frecuencia |
| • Proceso investigativo en el nivel de formación académica   | 27 %       | • Aspecto legal, como registro de patentes, desarrollo de modelos universales (no desarrolla Ondas)  | 13.5 %     |
| • Investigación como opción para conocer la realidad contextual  | 40.5 %     | • Investigar es revisar prácticas pedagógicas y didácticas   | 27 %       |
| • Ambientes de aprendizaje para investigar en Ondas son los escenarios exteriores a la institución   | 27 %       | • Los estudiantes experimentan motivación e interés por la investigación                             | 40.5 %     |
| • Observación de fenómenos para investigar en Ondas por parte de los estudiantes   | 40.5 %     | • Pregunta de investigación enfocada a problemas del medio   | 27 %       |
| • Identificación por parte de los estudiantes de posibles problemas para investigar  | 40.5 %     | • Proyectos pedagógicos transversales fortalecen investigación formativa                             | 40.5 %     |
| • Componente investigativo en planes de aula y currículo   | 40.5 %     | • Relación total docentes I. E. frente a docentes investigadores Ondas (70/10)                       | 27 %       |
| • Adaptación de planes de estudio de 10 y 11 para atender modalidad en ambiente articulado con el Sena   | 67.5 %     | • Estudiantes participantes en Ondas siguen proceso en el nivel profesional                          | 13.5 %     |
| • Planteamiento de soluciones por parte de los estudiantes a problemas del contexto  | 40.5 %     | • Participación en Ondas de grupo de huitotos permitió recuperar conocimiento y técnicas ancestrales | 27 %       |
| • Desarrollo de pensamiento crítico en los estudiantes   | 45.5 %     | • Entrega de docentes y estudiantes al proceso investigativo   | 27 %       |
| • Cumplimiento del proceso de una investigación científica por parte de los estudiantes como elaboración de instrumentos, recolección de información, sistematización, análisis y exposición de resultados | 67.5 %     | • Avances del proceso más allá de llenar bitácoras y documentos de registro                          | 40.5 %     |
| • Capacidad para desarrollar trabajo en equipo   | 40.5 %     | • Confianza, unidad y respeto entre pares y con el docente   | 40.5 %     |
| • Propiedad del estudiante al hablar y exponer sobre investigación   | 27 %       | • Los estudiantes asumen sus propios retos en el proceso   | 27 %       |
| • Desarrollo de habilidades y capacidades por parte del estudiante en argumentación, registro de datos, expresión oral, manejo de términos de ciencia,   | 54 %       | • Proactividad de los estudiantes  | 27 %       |

Continúa...

| <b>Categorías esenciales o comunes de las narraciones:</b>  |                   |                              |                   |
|---|-------------------|------------------------------|-------------------|
| <i>Componente investigativo y su incidencia en las prácticas pedagógicas y nuevas didácticas por la puesta en práctica de Ondas</i> | <b>Frecuencia</b> | <b>Categorías emergentes</b> | <b>Frecuencia</b> |
| <b>Nuevas didácticas generadas por Ondas</b>  |                   |                              |                   |
| • Nuevas didácticas dinamizadas por participación en Ondas  | 40.5 %            |                              |                   |
| • Prácticas didácticas dinámicas, con liderazgo institucional, credibilidad e imagen institucional                                  | 54 %              |                              |                   |
| • Capacidad de razonamiento y de resolución de preguntas por parte del estudiante   | 40.5 %            |                              |                   |
| • Nuevas formas de enseñar y aprender   | 40.5 %            |                              |                   |
| • Relaciones interpersonales entre actores (docentes-estudiantes-padres)  | 67.5 %            |                              |                   |
| • Responsabilidad de los estudiantes para asumir el reto de investigar en Ondas y un rol activo por parte ellos                     | 40.5 %            |                              |                   |
| • Empoderamiento de los estudiantes del proceso investigativo Ondas   | 67.5%             |                              |                   |

Fuente: elaboración propia.

Dentro de esta unidad de análisis también surgieron las prácticas de enseñanza-aprendizaje y las nuevas didácticas, las cuales fueron fortalecidas en cuanto a estrategias pedagógicas, basadas en la promoción de actitudes y habilidades investigativas. En ese sentido, los docentes participantes en el Programa Ondas lograron importantes transformaciones en sus prácticas didácticas, pues implantaron el trabajo participativo y colaborativo por proyectos mediante resolución de problemas. Esto generó el desarrollo de habilidades, promovió el espíritu investigativo y se fortalecieron capacidades interpretativas, comunicativas, argumentativas y comprensivas, así como mejoramiento en el proceso de redacción, recolección de datos, sistematización y análisis de información.

4. *Transformaciones en la evaluación (categoría 4)*: esta categoría sobre evaluación también fue otro componente positivo por la instauración del programa Ondas en la I. E. La percepción de los estudiantes participantes es que este importante evento en el aprendizaje se encaminó hacia una evaluación por procesos o «evaluación formativa». Pudieron mostrar que los docentes coinvestigadores Ondas orientaron la evaluación centrada en los procesos, sus avances y habilidades desarrolladas tanto en los proyectos investigativos como en las temáticas estudiadas relativas a la investigación; también, en la participación y el dinamismo que motivaron todo el proceso, así como en el compromiso y la dedicación con el desarrollo de los proyectos; esto, antes que la repetición de conceptos, conocimientos, información o teorías aprendidos en las clases. Así mismo, nuevos aspectos hicieron parte de la evaluación, por ejemplo: socialización de resultados de los proyectos; desarrollo de habilidades argumentativas, interpretativas y de síntesis; también, se valoraron la capacidad y la habilidad comunicativa oral y escrita desarrolladas por los estudiantes; la apropiación y desarrollo de habilidades para el manejo de lenguaje técnico, normativa, políticas y el cumplimiento de roles en el desarrollo de los proyectos investigativos (véase la tabla 6.9).

Tabla 6.9. **Categorización de la información recolectada: categoría 4**

| Categorías esenciales o comunes de las narraciones:<br><i>Transformaciones en la evaluación</i>                                     | Frecuencia | Categorías emergentes   | Frecuencia |
|---|------------|---|------------|
| • Funciones de la evaluación centrada en procesos   | 67.5 %     | • Aplicación de la evaluación formativa   | 40.5 %     |
| • Evaluación como proceso de socialización de avances, resultados y logros ante la comunidad, participación en ferias de la ciencia | 54 %       | • Evaluación sinónimo de presentación y sustentación del proyecto investigativo; presentación de informes       | 54 %       |
| • Desarrollo de habilidades argumentativas, interpretativas y de síntesis   | 54 %       | • Habilidades expresadas con propiedad cuando se arma stand en una feria y exponen todo el proceso desarrollado | 40.5 %     |
| • Formulación de problemas por parte de los estudiantes   | 40.5 %     |   |            |
| • Protocolos para solucionar pro  | 27%        |   |            |

*Continúa...*

| Categorías esenciales o comunes de las narraciones:<br><i>Transformaciones en la evaluación</i>                   | Frecuencia | Categorías emergentes  | Frecuencia |
|---|------------|--|------------|
| • Protocolos para solucionar problemas de relaciones interpersonales en el semillero por parte de los estudiantes | 27 %       | • Apoyo en documentos Ondas para aprender a formular preguntas de investigación    | 27%        |
| • Gestión para la solución de dificultades por parte de los estudiantes   | 27 %       | • Acuerdos logrados para solucionar dificultades en los proyectos de investigación | 40.5 %     |
| • Capacidad y habilidad comunicativa oral y escrita que desarrollan los estudiantes                               | 54 %       | • Acciones con responsabilidad para manejo de conflictos                           | 27 %       |
| • Apropiación y desarrollo de habilidades para el manejo de lenguaje técnico, normativa y políticas               | 54 %       | • Trabajo en equipo docente-estudiantes  | 40.5 %     |
| • Asignación de roles para el desarrollo de la investigación para los estudiantes y docentes                      | 54 %       |  |            |

Fuente: elaboración propia.

5. *Componente administrativo y desarrollo general del Programa Ondas en Caquetá (categoría 5)*: en esta categoría el 98 % de los encuestados<sup>9</sup> coincidió en valorar el sobresaliente aporte que ha generado este programa en la institución, al desarrollar su objetivo central en pro de fortalecer actitudes, habilidades y capacidades investigativas, motivando un despertar del espíritu investigativo en niños y adolescentes participantes. Los docentes coinvestigadores Ondas constataron en sus estudiantes fortalecimiento y desarrollo de habilidades comunicativas, expositivas y capacidad para presentar y argumentar proyectos investigativos, impulsando intervenciones en procesos de fortalecimiento en temas del contexto y otros temas de interés científico (véase la tabla 6.10).

<sup>9</sup> Entrevista en profundidad a rector y coordinador de la I. E.; entrevista semiestructurada a siete docentes —equivalentes a un 70 % de los diez que han participado en el Programa Ondas— y a cinco estudiantes participantes antes del 2019. Dos grupos focales para un total de 40 estudiantes participantes en Ondas (20 por cada grupo), escogidos de manera aleatoria entre los diez grupos que han participado hasta la fecha, pero mayoritariamente del año 2019 (200 estudiantes en total, equivalente a una muestra representativa del 20 %).



Tabla 6.10. **Categorización de la información recolectada: categoría 5**

| <b>Categorías esenciales o comunes de las narraciones</b><br><i>Componente administrativo y desarrollo general de Ondas en la I. E.</i> | <b>Frecuencia</b> | <b>Categorías emergentes</b>  | <b>Frecuencia</b> |
|---|-------------------|---|-------------------|
| • Cantidad de integrantes de los proyectos de investigación debe ser incluyente   | 27 %              | • Participación: la mitad de los estudiantes de curso queda por fuera de Ondas porque solamente se aceptan grupos de 20 | 67 %              |
| • Continuidad del proyecto investigativo después del período escolar  | 40.5 %            | • Seguimiento a los proyectos desarrollados   | 10 %              |
| <b>Fases y etapas del Programa Ondas proyectado a largo plazo</b>   |                   | • Duración del Programa Ondas: año escolar  | 10 %              |
| • Ondas como parte integral del currículo institucional   | 10 %              | • Proyectos articulados con otros de investigación  | 10 %              |
| • Mayor inversión en cuanto a recurso económico   | 10 %              | • Relaciones dinámicas por el liderazgo, capacidad de orientación y acompañamiento del docente                          | 40.5 %            |
| • Relaciones fundadas en el respeto, la admiración por el otro, el apoyo y el agradecimiento  | 67.5 %            | • Ondas es una sala de aprendizajes significativos para territorios que necesitan aprender a investigar                 | 27 %              |
| <b>Desarrollo general del Programa Ondas en Caquetá</b>   |                   | • El territorio requiere más profesionales biólogos, en DD. HH.   | 40.5 %            |
| • Reconocimiento por participar en Ondas  | 40.5 %            | • Recuperación de la identidad territorial  | 27 %              |
| • Excelente desarrollo general del Programa Ondas   | 84.5 %            | • Estudiantes participantes en Ondas al ingresar a la U obtienen beneficios (cupos y continuidad en Ondas)              | 40.5 %            |
| • Sensibilización ambiental   | 67.5 %            | • Recuperación y mitigación de daño ecológico en sede nueva de la i. e. para montaje de parque ecológico                | 27 %              |
| • Aporte económico Ondas para proyectos de investigación  | 27 %              | • Fortalecimiento grupo ecológico de la institución   | 40.5 %            |
|   |                   | • Recurso insuficiente para hacer investigación formativa   | 40.5 %            |

Fuente: elaboración propia.

También, en el proceso de la puesta en práctica del Programa Ondas en la I. E. Sagrados Corazones de Puerto Rico, Caquetá, fueron evidentes la apropiación y el conocimiento por parte del rector de la institución educativa, quien resaltó la importancia de este programa para la educación en Colombia, además, porque es sensible a temas como el presupuesto, el uso del tiempo libre de los actores, que tienen una consideración especial en el sentido de que, aunque Ondas cuenta con un apoyo económico para los proyectos, estos recursos son insuficientes para llevar a cabo una investigación con el rigor que se exige. Consideraron los directivos encuestados que el legado en los campos académico y disciplinar que ha aportado Ondas a la educación es excelente porque logró aportes significativos en la formación de actitudes, habilidades y capacidades investigativas en los escolares que participan de esta iniciativa.

El Programa Ondas se asumió, por parte de los docentes participantes, como un reto profesional y voluntario, debido a una búsqueda constante por mejorar su quehacer pedagógico para darse la oportunidad de explorar nuevas estrategias, con el fin de desarrollar niveles de comprensión y de pensamiento crítico en sus estudiantes.

## Discusión

La misión institucional, que estaba enfocada hacia la formación de un estudiante en lo técnico, se reorientó con la instauración del Programa Ondas que permitió pasar de un enfoque exclusivo en principios de la pedagogía conceptual, con aptitudes y actitudes para desempeñarse en el contexto laboral, para continuar otros estudios o pensar en la creación de su propia empresa o negocio, a un enfoque que incluye el componente investigativo como fundamento del proceso pedagógico educativo, y así obtener un campo de acción formativo más amplio para ofrecer a sus estudiantes.

Así mismo, con el proceso que adelantó Ondas se resignificó la visión institucional. Antes estaba proyectada para constituir una institución líder en la educación técnica comercial del norte caqueteño, con énfasis en actividades empresariales, para formar líderes regionales con capacidad para gestionar su

propia empresa. Con el nuevo enfoque se logró considerar como una institución que, además de lo anterior, proyectara a sus estudiantes como investigadores con capacidades y habilidades para identificar problemas de su entorno y, mediante el método científico, que pudieran plantear propuestas alternativas de solución.

Para lograr una transformación en el componente pedagógico y cambiar de un enfoque institucional bajo los principios de la pedagogía conceptual a uno crítico social, fue determinante el aporte de Ondas, que generó un nivel de comprensión que permitió adecuar los planes de estudio y de aula para el área de Ciencias Naturales; esto para dar prioridad al componente investigativo como eje dinamizador de estos cambios, así como también para cumplir con los requerimientos del MEN y de la Secretaría de Educación, a fin de posibilitar la creación de una nueva modalidad educativa en “Ambiente”. Desde ese momento, los egresados tuvieron la oportunidad de graduarse en esta especialidad muy diferente a la que tradicionalmente había ofertado la institución (en Procesos Contables).

El Programa Ondas influyó en el fortalecimiento de nuevas estrategias pedagógicas dentro del proceso enseñanza-aprendizaje de la institución, gracias a que los docentes participantes asumieron la responsabilidad de hacer transformaciones en sus prácticas didácticas, agregando en su ejercicio docente el trabajo participativo y colaborativo, así como la resolución de problemas y el aprendizaje por proyectos. Para los estudiantes esto se tradujo en un desarrollo de habilidades, actitudes y capacidades investigativas, que a la vez fortalecieron en ellos las competencias interpretativas, comunicativas, argumentativas, expositivas y comprensivas para el ejercicio de redacción de textos, recolección de datos, sistematización y análisis de información en una investigación. El otro componente que Ondas impactó positivamente en la I. E. fue la evaluación, porque se encaminó hacia una por procesos o formativa, centrada en los avances logrados por los estudiantes en sus proyectos investigativos, como también en la participación y el dinamismo de ellos para desarrollar la investigación, el compromiso que le imprimieron y la dedicación a cada uno de los procesos.

Algunos hallazgos negativos e inesperados, que vale la pena resaltar, surgieron a partir de la categorización emergente. Las principales dificultades en la adopción del Programa Ondas son: el bajo presupuesto que se le asignan a este programa y a los proyectos de investigación derivados de él que desarrollan los

estudiantes; la limitación del número de estudiantes por grupo de investigación (solo se puede involucrar a 20) que deja por fuera a otros de un mismo grupo interesados en participar; la recarga académica para los estudiantes participantes en los proyectos de investigación; la tensión generada por el desconocimiento del proceso que desarrollan los alumnos, por parte de algunos docentes no participantes en Ondas; la recarga laboral en los docentes causada por la naturaleza extracurricular de los proyectos de investigación, lo que induce al bajo número de participantes en la propuesta Ondas; y el hecho de que el programa sea un proyecto profesional opcional que impide el involucramiento del todo el cuerpo docente, dificultando que se avance significativamente en las transformaciones y cambios necesarios para lograr una educación de calidad. Esta identificación de dificultades en el desarrollo del Programa Ondas permite planificar futuras intervenciones, previendo eventualidades que se pueden mitigar.

En general, la mayoría de los actores involucrados valoró de manera significativa el aporte del Programa Ondas en la institución porque se logró el objetivo de promover y fortalecer habilidades y capacidades investigativas para despertar el espíritu científico en niños y adolescentes. Además, porque en el proceso para su puesta en marcha fueron determinantes la apropiación y el compromiso del rector, quien reconoció la importancia de este programa para la educación. También, porque la participación de los docentes se asumió como un reto profesional, personal y voluntario; fueron motivados por una búsqueda constante para mejorar cada día su quehacer pedagógico. Por último, permitió explorar nuevas estrategias que conduzcan a un aprendizaje significativo para sus estudiantes, porque los alumnos participantes en Ondas han logrado mejorar sus procesos de autoformación, metacognición y autoevaluación, logrando obtener mejores resultados en las pruebas censales.

## **Conclusión**

La investigación formativa como estrategia para fortalecer en los estudiantes habilidades y capacidades investigativas ha permitido al Programa Ondas en Caquetá, por medio de los proyectos de investigación, plantear una apuesta académica y disciplinar para que los estudiantes logren niveles de desarrollo personal para la promoción de sus comunidades y de sus proyectos de vida

personal y profesional. Se exalta del Programa Ondas su propuesta pedagógica, porque ha generado en los participantes amor por la vocación científica, descubriendo en ellos capacidades, creatividad y destrezas, así como la apropiación y desarrollo de habilidades en el manejo de un lenguaje técnico y científico, sustentado en su formación como investigadores.

Los estudiantes cumplieron con responsabilidad los roles asignados en el proceso investigativo. Lograron avances significativos en el desarrollo de pensamiento crítico, capacidad de análisis, comprensión e interpretación de fenómenos que ocurren en sus entornos, procesos de escritura de textos científicos, presentación de informes, la observación, la argumentación y la exposición de los proyectos, entre otras habilidades.

Es necesario que se logre, en el nivel nacional, una mayor asignación presupuestal para el desarrollo de la investigación formativa en las instituciones educativas del país, lo que permitiría la creación de una política pública en investigación realmente incluyente, encaminada a desarrollar una educación de calidad que cierre las brechas tecnológicas, acentuadas aún más por la pandemia de COVID-19.

Se requiere el Programa Ondas como parte del componente curricular de la institución educativa para que se desarrolle mediante una articulación con la propuesta curricular institucional, dentro del horario de clases según la jornada. Esto dará firmeza e institucionalidad al proceso de formación investigativo toda vez que, al integrar las áreas de conocimiento al proceso por proyectos investigativos Ondas, se puede avanzar en una formación educativa de manera integral, lo que difícilmente se alcanza al trabajar el programa de forma extraescolar, porque genera recarga laboral a los docentes y dificultades o trastornos académicos a los estudiantes.

## Referencias

- Bernal González, M. del C., y Martínez Dueñas, M. (2009). Metodologías activas para la enseñanza y el aprendizaje. *Revista Panamericana De Pedagogía*, (14). <https://doi.org/10.21555/rpp.v0i14.1790>.
- Bolívar Osorio, R. M. (2013). Los modos de existencia de la estrategia de Semilleros en Colombia como expresión de la relación entre investigación formativa y la investi-

- gación en sentido estricto. *El Ágora USB*, 13(2), 279-539. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4734341>.
- Bonilla Ríos, N. C., Varón, F. A., y Garzón, L. P. (2014). Extracción de pigmentos colorantes tipo flavonoides, flor del pomo (*Syzygium jambos*). Zona verde del IEAR. Florencia Caquetá. *Amazonia Investiga*, 3(5), 34-42. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/669>.
- Borrero, O. F. (2020). *Análisis del nivel de calidad educativo en Colombia a partir de los resultados de las pruebas PISA en el periodo 2012-2018*. <http://hdl.handle.net/10654/35718>
- Bravo Osorio, L. M. (2015). Pensamiento, palabra, acción y territorio: perspectivas y desafíos para el abordaje de cuestiones ambientales y territoriales con pobladores de la cuenca del bajo río Caquetá-Colombia. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (38), 75-94. <https://doi.org/10.17227/01203916.3788>
- Cardozo, C., Pérez, K. A., y Buritica, F. (2013). *Ondas Caquetá, una apuesta a la formación en investigación de las nuevas generaciones*. Universidad de la Amazonia.
- Cepeda Dovala, J. M. (2004). Metodología de la enseñanza basada en competencias. *Revista Iberoamericana De Educación*, 35(1), 1-10. <https://doi.org/10.35362/rie3512940>.
- Delgado Barrera, M. (2014). *La educación básica y media en Colombia: retos en equidad y calidad. Informe final*. <http://hdl.handle.net/11445/190>
- Dueñas Alvarado, I. P., y Palacios Hernández, Y. A. (2019). *El pensar, el sentir y el hacer: apuestas para enseñanza de la biología con una comunidad fariana. La cultura fariana asociada a la vida en el monte como una propuesta de trabajo para la enseñanza de la Biología: contribución a la Escuela Popular Integral de ETCR Héctor Ramírez (municipio La Montañita, Departamento del Caquetá)* [trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional].
- Escallón Arango, D. (2018): La Superintendencia de Educación y otras recomendaciones para mejorar la calidad de la educación en Colombia. *Voces y Silencios*, 9(2), 144-164. doi: <https://doi.org/10.18175/vys9.2.2018.09>
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.
- Fuster Guillén, D. E. (2019). Investigación cualitativa: método fenomenológico hermenéutico. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 201-229. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.267>
- González Hurtado, L. (2014). *La kayamba: los hongos comestibles de la Chagra que alimentan la vida de los inga del Caquetá* [trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1648483>
- Gutiérrez, M. C. (2007). *El Programa Ondas de Colciencias en el departamento de Risaralda, Colombia*. <http://bit.ly/3UgwdT2>

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.ª edición). McGraw Hill.
- Iafrancesco, G. M. (2011). Contexto, propósito, fundamentos y dimensiones del Modelo Pedagógico Holístico Transformador (PHT). *Reflexión e Investigación*, 3, 61-68.
- Murillo Mena, E. (2012). Sistematización de saber y conocimiento en contextos culturales orales, desde el Programa Ondas de Colciencias-Chocó. *Educación y ciudad*, (23), 77-90. <https://doi.org/10.36737/01230425.n23.77>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [MINCTEI]. (2020). *Política nacional de ciencia, tecnología e innovación 2021-2030*. <https://minciencias.gov.co/conpes-politica-ctei-2021-2030/conpes-ciencia-tecnologia-e-innovacion-primera-politica-publica-con>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2009). *Fundamentaciones y orientaciones para la implementación del Decreto 1290 de 2009*. <http://bit.ly/3FcnHjH>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2019). *Plan Estratégico Institucional 2019-2022: educación de calidad para un futuro con oportunidades para todos*. <http://bit.ly/3GRxFYZ>
- Montero Anzola, J. (2007). La fenomenología de la conciencia en E. Husserl. *Universitas Philosophica*, 24(48), 127-147. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/vniphilosophica/article/view/11271>
- Numa-Sanjuan, S. N., y Márquez Delgado, R. A. (2019): Los semilleros como espacios de investigación para el investigador novel. *Propósitos y representaciones*. 7(1), 230-248. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.289>.
- Núñez, J. (2017). *Evaluación de impacto del programa ONDAS de Colciencias*. <http://hdl.handle.net/11445/3615>
- Ocampo López, J. (2008). Paulo Freire y la Pedagogía del Oprimido. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, (10), 57-72. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/historia\\_educacion\\_latinoamericana/article/view/1486](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/historia_educacion_latinoamericana/article/view/1486)
- Osorio del Valle, C. (2011). *Evaluación del impacto del programa Ondas Bolívar de Colciencias dirigido a la población infantil y juvenil de Cartagena* (tesis de maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar). <https://hdl.handle.net/20.500.12585/1641>
- Parra Alviz, M., y Torres Tovar, L. A. (2009). Construcción social del espacio público - Parque General Santander - de la ciudad de Florencia Caquetá desde su fundación hasta el año 2005. *Revista Colombiana de Educación*, (57), 138-162. <https://doi.org/10.17227/01203916.7592>
- Pérez Dávila, F. L. (2018). Políticas educativas en Colombia: en busca de la calidad. *Actualidades Pedagógicas*, (71), 193-213. <https://doi.org/10.19052/ap.4430>

- Plata-Santos, M. E. (2016). Formación en investigación en el departamento de Boyacá: aportes del Programa Ondas-Colciencias. *Praxis & Saber*, 7(15), 103-125. <https://doi.org/10.19053/22160159.v7.n15.2016.5725>
- Restrepo Gómez, B. (2009). Investigación de aula: formas y actores. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(53), 103-112. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyep/article/view/9835>
- Rojas-Bahamón, M. J., Arbeláez Campillo, D. F., y Prieto Medina, J. D. (2016). Análisis del desempeño escolar de estudiantes de secundaria en función de asignaturas, estrato socioeconómico y conflicto armado. *Revista Amazonia Investiga*, 6(10), 78-87. <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/723>
- Sartori, G. (1997). *Homo Videns. La sociedad teledirigida*. Taurus.
- Schmidt, M. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Ministerio de Educación Nacional. [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf)
- Tarrillo Flores, M. Y. (2021). La indagación como estrategia para desarrollar competencias investigativas en Educación Inicial. *Journal of Latin American Science*, 5(1), 146-171.
- Universidad de la Amazonia, Gobierno Nacional de Colombia, Gobernación del Caquetá y Secretaría de Educación Departamental (2019). *Resultado Convocatoria de Proyectos Ondas 2019. Proyecto Fortalecimiento de las Vocaciones Científicas en Niños, Adolescentes y Jóvenes Mediante la Implementación del Programa Ondas en Caquetá*. <https://shre.ink/auNQ>



## Sobre los autores

### Compiladores

#### **Sergio Andrés Castaño Cano**

Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales y estudiante de doctorado en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Huelva (España). Es profesor de la Facultad de Educación y miembro del Grupo de Investigación Unipluriversidad de la Universidad de Antioquia. Profesional con experiencia de 15 años en docencia de las ciencias experimentales en niveles de educación básica, media y superior en los sectores privado y oficial. Sus investigaciones se centran en la gestión escolar, la política pública en educación y la formación de maestros. Fue profesor de la Universidad Pontificia Bolivariana, asesor de programas educativos de alto impacto como Expedición Currículo de la Secretaría de Educación de Medellín y autor de algunos libros y artículos entre los cuales se encuentra la *Guía metodológica para la construcción, actualización e implementación del Proyecto Educativo Institucional (PEI) en el contexto colombiano*.

Correo electrónico: sandres.castano@udea.edu.co

#### **Carolina María González Velásquez**

Doctoranda en Investigación para la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas de la Universidad de Huelva (España); magíster en Didáctica de las Ciencias, licenciada en Educación con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia. Docente investigadora en neurociencias y educación y en la línea de «Dominio social y afectivo en didácticas específicas» del Departamento de Didácticas Integradas de la Universidad de Huelva. Cuenta con 15 años de experiencia en docencia, investigación, extensión y procesos de formación de maestros en Colombia e Iberoamérica.

Correo electrónico: carolinam.gonzalez@udea.edu.co

**Marisol Lopera Pérez**

Doctora en Investigación Transdisciplinar en Educación, magíster en Desarrollo Sostenible y Medioambiente, licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Mientras adelantaba su tesis doctoral se desempeñó como investigadora invitada en la Universidad de Olomouc (República Checa) y la Universidad de Antioquia, donde colaboró en temas de investigación cualitativa y métodos mixtos; así mismo, aportó a la reflexión en la formación de docentes desde las perspectivas interdisciplinar y transdisciplinar. Actualmente, es profesora (en pregrado y maestría) de la Universidad de Antioquia en el área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Educación Ambiental y Sustentabilidad e integrante del Grupo de Investigación PiEnCias. Durante el 2021 y el 2022 adelantó su investigación posdoctoral mediante el proyecto Global talents for local transformation en la Universidad de Vechta, con la financiación del Ministerio de Educación alemán. Correo electrónico: marisol.loperap@udea.edu

**Adriana María Soto Zuluaga**

Doctora en Educación de la Universidad de Antioquia, magíster en Ciencias- Química de la Universidad Nacional de Colombia, licenciada en Biología y Química de la Universidad de Antioquia. Tiene experiencia docente en básica, media, pregrado y posgrado. Se ha desempeñado en cargos administrativos como coordinadora de la maestría en Ciencias: Innovación en Educación de la Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas de la Institución Universitaria ITM de Medellín. Su investigación se centra en el desarrollo y asesoría de proyectos relacionados con los procesos educativos concernientes a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en torno a lo pedagógico, lo educativo, lo didáctico y lo curricular, con el propósito de contribuir a la transformación del ejercicio pedagógico. Correo electrónico: adrianasoto@itm.edu.co

**Mariana Tafur Arciniegas**

Doctora en Educación en Ingeniería de la Universidad de Purdue; magíster en Educación e Ingeniera Electrónica de la Universidad de los Andes, becaria Fulbright en 2010. Profesora asistente de la Facultad de Educación de la Universidad de los Andes. Cuenta con más de 15 años de experiencia en educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (educación STEM); ha participado en grupos de educación e investigación nacionales como Pequeños Científicos, Lidie,

y Educación y evaluación en las disciplinas (dentro de la línea STEM), así como en grupos internacionales como Inspire y Freeform Classroom. Sus intereses de investigación se enfocan en la aproximación a retos tecnológicos en la cotidianidad, aprendizaje basado en colaboración, integración stem, desarrollo de habilidades de ingeniería, evaluación formativa y metodologías de investigación mixta y fenomenográfica.

Correo electrónico: m-tafur@uniandes.edu.co

### **Autores compilados**

#### **Alonso de Jesús Agudelo Nisperuza**

Ingeniero agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Montería, con especialización en Gerencia de Proyectos de la Corporación Universitaria Remington (Montería); está cursando la maestría en Dirección y Gestión de Proyectos en la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga. Su trayectoria en educación es de más de 12 años en niveles de formación superior y formación para el trabajo, y como instructor en el Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena). Actualmente, es docente del programa de Administración de Empresas Agropecuarias de la Universidad Santo Tomás, División de Educación Abierta y a Distancia en el Centro de Atención Universitaria (CAU) en el municipio de Montería. Se interesa, principalmente, por la investigación en temas relacionados con la educación ambiental, sostenibilidad, innovación en ambiente, emprendimiento y proyectos de inversión. Es investigador y miembro del Grupo de Investigación Praxis, aspectos que trabaja desde el semillero Innovagro de la universidad de manera transversal mediante los proyectos de investigación.

Correo electrónico: alonsoagudelo@ustadistancia.edu.co

#### **Emilio José Arrieta García**

Es biólogo con énfasis en Biotecnología de la Universidad de Sucre, con maestría en Ciencias de la Educación de la Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología (UMECIT) de Panamá, en donde además cursa un doctorado en Ciencias de la Educación. Su experiencia en el sector educativo data de 14 años. En la actualidad, se desempeña como docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria en el municipio de Planeta

Rica (Córdoba). Como tema de interés en su quehacer profesional y principal aporte como docente está el análisis del papel que desempeñan los semilleros de investigación en el proceso de desarrollo de las competencias científicas.

Correos electrónicos: emjoarga@gmail.com; e.arrieta@uniandes.edu.co

### **Julián Alberto Castillo Estupiñán**

Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional y magíster en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene una experiencia de 10 años en el campo de la docencia y en la actualidad se desempeña como docente de Ciencias Naturales en el sector público en la Institución Educativa Departamental Integrado La Calera. Su trayectoria en el campo de la investigación educativa se fundamenta en la línea de la didáctica de las ciencias denominada Socioscientific Issues. Su trabajo se ha enfocado en el desarrollo de las competencias argumentativas en contextos asociados a problemáticas ambientales, dando como resultado propuestas interesantes para innovar en las aulas, además de la enseñanza de contenidos disciplinares y el fortalecimiento del pensamiento crítico en los estudiantes.

Correo electrónico: jcastilloe@unal.edu.co

### **Tomás Enrique Díaz Miranda**

Licenciado en Ciencias de la Educación con especialidad en Química y Biología de la Universidad de Córdoba, y tiene especialización en Educación con énfasis en Evaluación de la Universidad Santo Tomás. Cuenta con experiencia de 32 años en el sector educativo. Actualmente, se desempeña como docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria en el municipio de Planeta Rica (Córdoba). Sus temas de interés son los avances que van surgiendo desde la biología. Su principal aporte como docente radica en brindar herramientas para que los estudiantes se desenvuelvan óptimamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Correo electrónico: tomasdiaz@inscandelaria.edu.co

### **José Alejandro Mendoza Santacruz**

Magíster en Educación de la Universidad del Cauca, especialista en Evaluación de Impactos Ambientales de la Universidad de Caldas y biólogo de la Universidad de

Nariño. Docente de Ciencias Naturales de la Institución Educativa Municipal El Socorro, ubicada en el municipio de Pasto (Nariño). Es un apasionado por la educación ambiental y el estudio y conservación de la biodiversidad, en particular, de la avifauna presente en los ecosistemas de páramos y bosques altoandinos.

Correo electrónico: amsmendoza07@gmail.com

### **Fabiola Murcia Jiménez**

Magíster en Educación y licenciada en Lingüística y Literatura. Desde 1981 ha ejercido la docencia en el departamento del Caquetá (Colombia), en distintas instituciones educativas en los niveles de primaria, secundaria y superior. Es actualmente docente directiva en Milán (Caquetá) y catedrática de la Universidad de la Amazonia en Florencia. Ha sido docente destacada en este departamento y su labor reconocida con el premio departamental El Coreguaje de Oro, otorgado para exaltar a los mejores docentes. También, recibió El Gran Guayas, reconocimiento entregado por el municipio de Puerto Rico (Caquetá), por su contribución en la formación de la niñez y la juventud.

Correo electrónico: fabiolamurciajimenez@gmail.com

### **Melisa Giset Núñez De Larosa**

Bióloga de la Universidad de Córdoba, con maestría en Ciencias-Microbiología de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá). Tiene más de 10 años de trayectoria en educación tanto en formación superior como en básica secundaria. Actualmente es docente del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Institución Educativa Caño Viejo Palotal en el municipio de Montería. Se interesa, principalmente, por la investigación en temas relacionados con la biodiversidad, su conservación y la participación de la comunidad en la escuela, aspectos que trabaja desde la institución de manera transversal mediante los proyectos ambientales.

Correo electrónico: melisaguiset@hotmail.com

### **Igor Julio Peniche Villadiego**

Ingeniero agrónomo de la Universidad de Córdoba, con maestría en Desarrollo Sostenible y Medioambiente de la Universidad de Manizales; es magíster en Tecnologías en Ingenierías Ambientales de la Universidad Centro Panamericano de

Estudios Superiores (UNICEPES) de México con homologación por parte del Ministerio de Educación Nacional de Colombia; actualmente, cursa el doctorado en Educación de la Universidad de Rosario (Argentina) y décimo semestre del programa de Derecho de la Universidad de Córdoba. Cuenta con más de 19 años de trayectoria en educación tanto en niveles de formación superior como la básica secundaria. Es docente del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Institución Educativa Caño Viejo Palotal en el municipio de Montería, coordinador líder del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE). Se interesa, principalmente, por la investigación en temas relacionados con el medioambiente, objetivos del desarrollo sostenible y los derechos humanos, por medio de la participación de la comunidad educativa, aspectos que son abordados desde el trabajo en la institución.

Correo electrónico: igorpen70@hotmail.com

### **Diana María Ramírez Carvajal**

Desde el 2015 es docente vinculada a la Secretaría de Educación del departamento de Antioquia. Se desempeña como docente de aula del área de Ciencias Naturales en la Institución Educativa María Josefa Marulanda del municipio de La Ceja. Además, es docente en el primer semestre en la licenciatura en Educación en Ciencias Naturales de la Universidad de Antioquia. En esta misma universidad estudió el pregrado de licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental y el magíster en Educación en Ciencias Naturales. Esta oportunidad de seguir formándose como profesional de la educación le abrió las puertas para comenzar a ser una docente investigadora integrante del Grupo de Perspectivas en Investigación en Educación en Ciencias (PIENCIAS) que ve, mediante situaciones socioambientales del contexto, la oportunidad de llevar la educación ambiental (EA) de manera transversal a todas las áreas del conocimiento. Asimismo, el interés por el trabajo en equipo que conlleve procesos de investigación interdisciplinar entre docentes de diversas áreas permite avanzar de currículos estáticos basados en objetivos a unos más ambientalizados e integrados que vean, de manera holística, los problemas o situaciones socioambientales del contexto.

Correo electrónico: diana.ramirez@udea.edu.co

**Shirley del Carmen Ramos Navas**

Licenciada en Ciencias de la Educación con especialidad en Química y Biología de la Universidad de Córdoba, y especialización en Evaluación Educativa de la Universidad Santo Tomás y en Pedagogía de la Recreación Ecológica de la Universidad Los Libertadores. Cuenta con una experiencia de 28 años en el sector educativo. Actualmente, se desempeña como docente de Ciencias Naturales y Educación Ambiental en la Institución Educativa Nuestra Señora de la Candelaria en el municipio de Planeta Rica (Córdoba). Su tema de interés es la enseñanza de la química teniendo en cuenta las situaciones del contexto. Su principal aporte como docente ha sido promover hábitos de estudio en pro de la formación integral de sus alumnos.

Correo electrónico: [shirleyramos@inscandelaria.edu.co](mailto:shirleyramos@inscandelaria.edu.co)

*Comprensiones de los maestros investigadores.*  
*Alfabetización científica y ambiental en Colombia.*  
se compuso en caracteres Kepler 11/16, en marzo del 2024