

# HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y SOSTENIBLES EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Autores & compiladores:  
Sandra Liliana Cristancho Cruz  
Haimar Ariel Vega Serrano



**UNIVERSIDAD  
LIBRE®**



---

HERRAMIENTAS

---

TECNOLÓGICAS Y  
SOSTENIBLES EN LA  
EDUCACIÓN

---

AMBIENTAL

---

Universidad Libre Seccional Socorro  
Editora académica



**UNIVERSIDAD  
LIBRE®**

**Cristancho Cruz, Sandra Liliana**  
**Vega Serrano, Haimar Ariel**

Herramientas Tecnológicas y Sostenibles en la Educación Ambiental: / Comité Académico y Científico: Sandra Liliana Cristancho Cruz, Leila Nayibe Ramirez Castañeda, Edgar Quintanilla Piña, Paola Andrea Celis Rivera, Cesar Augusto Alba Rojas, Olith Antonio Ardila Jaimes, Maria del Pilar Guauque Torres, Antonio Sierra Ferreira. - Socorro: Universidad Libre Seccional Socorro, 2020.

201 p.: il.; 28 cm

Incluye referencias bibliográficas

ISBN: 978-958-52520-4-2

Inicia con los capítulos 1. Evaluación y Análisis de los Niveles de Presión Sonora, Co, PM y PM en 10 2.5, relación al Flujo Vehicular del Sector Urbano del Municipio de El Socorro. 2. EL recurso hídrico como Estrategia Pedagógica y Ambiental en Escuela Rural. 3. Aprovechamiento de Residuos Orgánicos como Coagulantes en el Tratamiento de Aguas. Termina con el capítulo 10. Percepciones hacia las relaciones Ciencia, tecnología y Sociedad (CTS) en docentes de básica secundaria

507 RNU

Catalogación en la Fuente - Universidad Libre. Biblioteca

**Comentarios y sugerencias:**

**Correo de los autores y/o Comité Académico Científico**

sandra.cristancho@unilibre.edu.co; haimar.vega@unilibre.edu.co; leila.ramirez@unilibre.edu.co; cesara.albar@unilibre.edu.co; pilar.guauque@unilibre.edu.co; quintanillapinaedgar@gmail.com; paolaandrea.cr@gmail.com; olith.ardila@gmail.com; tonosierra22@hotmail.com

© Sandra Liliana Cristancho Cruz, Leila Nayibe Ramirez Castañeda, Edgar Quintanilla Piña, Paola Andrea Celis Rivera, Cesar Augusto Alba Rojas, Olith Antonio Ardila Jaimes, Maria del Pilar Guauque Torres, Antonio Sierra Ferreira.

© Facultad Ciencias de la Educación, 2020

© Programa de Ingeniería Ambiental, 2020

© Universidad Libre Seccional Socorro, 2020

ISBN DIGITAL. 978-958-52520-4-2

Queda hecho el depósito que ordena la ley.

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin la autorización previa y por escrito de los titulares del copyright.

**Editorial:** Universidad Libre Socorro (978-958-52520)

**Editor Compilador:** Sandra Liliana Cristancho Cruz; Doctorado en Educación;

Correo-e: sandra.cristancho@unilibre.edu.co; Facultad Ciencias de la Educación

Haimar Ariel Vega Serran; Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente;

Correo-e: haimar.vega@unilibre.edu.co; Programa Ingeniería Ambiental.

Campus Universitario Majavita Tel.: 7276500, Ext. 3692. Universidad Libre Seccional Socorro Santander.

Corrección de estilo: Sandra Liliana Cristancho Cruz; Correo-e: sandra.cristancho@unilibre.edu.co

Diseño y diagramación: Aldemar Bonilla Torres

Esta obra está cofinanciada por el Fondo de Publicaciones de la Universidad Libre

Socorro, Colombia, 2020

Printed in Colombia

## HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS Y SOSTENIBLES EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Primera edición: Diciembre de 2020  
© Universidad Libre Seccional Socorro

**Jorge Orlando Alarcón Niño**  
Presidente Nacional

**Jorge Gaviria Liévano**  
Vicepresidente Nacional

**Fernando Enrique Dejanón Rodríguez**  
Rector Nacional

**Ricardo Zopó Mendez**  
Censor Nacional

**Floro Hermes Gómez Pineda**  
Secretario General

**Alejandro Muñoz Ariza**  
Director Nacional de Planeación

**Elizabeth Villarreal Correcha**  
Directora Nacional de Investigaciones

**Nelson Omar Mancilla Medina**  
Presidente - Rector Seccional Socorro

**Eliana Ortiz Medina**  
Directora de Planeación Seccional

**Haimar Ariel Vega Serrano**  
Director de Investigación Seccional Socorro

**Johan Builes González**  
Decano Facultad de Ciencias de la Educación

**Fabian Leonardo Yory Sanabria**  
Decano Facultad Ciencias Agropecuarias e Ingeniería



PRÓLOGO .....	11
PRESENTACIÓN .....	13

## CAPITULO 1

### Evaluación y Análisis de los Niveles de Presión Sonora, Co, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en Relación al Flujo Vehicular del Sector Urbano del Municipio de El Socorro

1.1. Resumen .....	15
1.2. Introducción .....	16
1.2.1 Descripción del problema .....	16
1.2.2 Antecedentes .....	17
1.2.3 Pregunta problema .....	18
1.2.4 Justificación .....	18
1.2.5 Objetivo general .....	18
Objetivos específicos .....	18
1.3. Metodología .....	19
1.3.1 Localización .....	19
1.3.2 Tipo de investigación .....	19
1.3.3.1 Técnica de investigación .....	20
1.3.4 Procedimiento .....	20
1.4. Resultados .....	21
1.4.1 Resumen estadístico de los parámetros evaluados .....	22
1.4.1.1 Ruido .....	23
1.4.1.2 PM <sub>10</sub> .....	24
1.4.1.3 PM <sub>2.5</sub> .....	25
1.4.1.4 Monóxido de Carbono (CO) .....	26
1.4.2 Mapas estratégicos multiparámetro .....	26
1.4.2.1. PM <sub>2.5</sub> .....	31
1.4.2.2. PM <sub>10</sub> .....	32
1.5. Discusión .....	33
1.6. Conclusiones .....	34
1.6.1. Recomendaciones .....	34
1.6.2. Planes para el trabajo futuro .....	35
1.7. Referencias Bibliográficas .....	35

## CAPITULO 2

### EL recurso hídrico como Estrategia Pedagógica y Ambiental en Escuela Rural

2.1 Resumen .....	37
2.2 Introducción .....	38
2.3 Justificación .....	40
2.4 Planteamiento del Problema .....	41
2.4.1. Pregunta problema .....	43
2.4.2. Hipótesis .....	43
2.5 Objetivos .....	43
2.5.1. Objetivo General .....	43
2.5.2. Objetivos Específicos .....	43
2.6 Estado del Arte .....	43
2.6.1. Fundamentos Epistemológicos .....	45
2.6.2. Fundamento Normativo (Legal) .....	46
2.7. Fundamentación Metodológica .....	49
2.7.1. Variables .....	49
2.7.2. Naturaleza del Proyecto .....	50
2.7.3. Diseño e Instrumentos .....	51
2.8. Resultados y Discusión .....	52
2.9. Conclusiones y Recomendaciones .....	68
2.10. Referencias Bibliográficas .....	71

## CAPITULO 3

### Aprovechamiento de Residuos Orgánicos como Coagulantes en el Tratamiento de Aguas

3.1. Residuos .....	74
3.2. Colombia hacia el crecimiento verde .....	76
3.3. Estrategias para el aprovechamiento de los residuos orgánicos .....	76
3.4. Evaluación del mucílago de café y las semillas de durazno como coagulantes naturales en el tratamiento de aguas .....	77
3.4.1. Metodología y resultados .....	78
3.4.2. Conclusiones y recomendaciones .....	84
3.5. Agradecimientos .....	84
3.6. Referencias Bibliográficas .....	85

## CAPITULO 4

### La Investigación formativa desde la Plataforma Naturalista: Herramienta Tic y Pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de media en Cimitarra Santander

4.1. Introducción .....	88
4.2. Metodología .....	90
4.3. Resultados .....	91
4.4. Conclusiones .....	98
4.5. Agradecimientos .....	98
4.6. Referencias Bibliográficas .....	99

## CAPITULO 5

### Arduino en la medición de Variables Ambientales, Experiencias UACJ y Universidad Libre Socorro

5.1. Introducción .....	101
5.2. Problema .....	101
5.3. Metodología .....	102
5.4. Resultados .....	103
5.4.1. Experiencias en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez .....	103
5.4.2. Experiencias en la Universidad Libre en el Socorro - Estación de Medición de Caudal ( <i>Durán, 2017</i> ) .....	104
5.5. Conclusiones .....	109
5.6. Referencias Bibliográficas .....	110

## CAPITULO 6

### Polímeros: Estrategias Multidimensionales para pensar el desarrollo sostenible

6.1. Introducción .....	113
6.2. Estrategias Multidimensionales para pensar el Desarrollo Sostenible .....	115
6.2.1. Educación Ambiental .....	115
6.2.2. Producción de monómeros para la síntesis de polímeros biodegradables .....	118
6.2.3. Modificación de almidones para producción de biopolímeros con posibles aplicaciones industriales .....	120
6.2.4. Reciclaje mecánico de polietilen-tereftalato (PET) .....	122
6.2.5. Aprovechamiento energético del material polimérico .....	124
6.3. Conclusión .....	126
6.4. Agradecimientos .....	126
6.5. Bibliografía .....	127



## CAPITULO 7

### La Participación Comunitaria como estrategia para la mitigación de impactos y la conservación del Río la Vega, Motavita - Boyacá

7.1. Introducción .....	133
7.2. Metodología .....	134
7.3. Resultados .....	135
7.3.1. Jornadas de reforestación .....	135
7.3.2. Huertas rurales adaptación al cambio climático .....	137
7.3.3. Elaboración de caldo súper-magro .....	138
7.3.4. Manejo de residuos .....	139
7.3.5. Identificación de impacto ambiental .....	141
7.3.6. Resultados, aplicación matriz en actividad minera Sector Tebaida .....	142
7.3.7. Resultados, aplicación matriz en actividad antrópica Sector Hornilla .....	143
7.3.8. Caracterización del recurso hídrico-laboratorio .....	144
7.4. Conclusiones .....	146
7.5. Referencias Bibliográficas .....	147

## CAPITULO 8

### El Conflicto Ambiental del Posconflicto

8.1. Resumen .....	149
8.2. Introducción .....	150
8.3. Metodología .....	150
8.4. Resultados y discusión .....	151
8.4.1. Resultados y discusión .....	152
8.4.2.1. Aspersión del glifosato .....	152
8.4.2.2. atentado contra oleoductos .....	153
8.4.2.3. Minería ilegal .....	153
8.4.2.4. Ocupación de territorios y minas terrestres .....	154
8.4.2.5. Cultivos ilícitos .....	155
8.5. ¿Qué abordan los acuerdos de paz en cuanto al manejo ambiental? .....	155
8.5.1. Acuerdo 1. Reforma Rural Integral (RRI) .....	156
8.5.2. Acuerdo 3. Drogas ilícitas .....	156
8.5.3. ¿Qué dicen los actores implicados acerca del grado de de cumplimiento de estos acuerdos? .....	157
8.6. Los retos de gestión ambiental en el posconflicto .....	158
8.6.1. Reto 1. Gestión de los recursos naturales .....	158
8.6.2. Reto 2. Gestión socio-económica de los cultivos ilícitos .....	158
8.6.3. Reto 3. Gestión técnica, económica e institucional .....	159
8.7. Conclusiones .....	160
8.8. Referencias Bibliográficas .....	161

## CAPITULO 9

### Estrategias de aprovechamiento de los Residuos Sólidos generados en la Sede Principal del Colegio Alberto Santos Buitrago

9.1. Introducción .....	164
9.2. Descripción del problema .....	164
9.3. Antecedentes .....	165
9.4. Pregunta problema .....	165
9.5. Justificación .....	165
9.6. Objetivo General .....	166
9.7. Objetivos Específicos .....	166
9.8. Marco Teórico .....	166
9.9. Metodología .....	167
9.9.1. Tipo de Investigación .....	167
9.9.2. Localización .....	167
9.9.3. Población y muestra .....	167
9.9.4. Técnicas de Investigación .....	167
9.10. Procedimiento .....	169
9.11. Resultados .....	170
9.12. Conclusiones .....	178
9.13. Referencias Bibliográficas .....	179

## CAPITULO 10

### Percepciones hacia las relaciones Ciencia, tecnología y Sociedad (CTS) en docentes de básica secundaria

10.1. Resumen .....	181
10.2. Introducción .....	182
10.2.1. Actitudes, Creencias y Opiniones .....	182
10.2.2. Alfabetización Científica .....	183
10.3. Metodología .....	185
10.3.1. Muestra .....	185
10.3.2. Instrumento .....	186
10.4. Resultados .....	192
10.5. Conclusiones .....	198
10.6. Referencias Bibliográficas .....	199

# PRÓLOGO

*Este texto que hoy tienes en forma física o en la pantalla de tu computador, celular o tableta es un excelente ejemplo del alcance que la investigación académica tiene en todos los niveles de la educación en Colombia; además de demostrar que la investigación no solo está polarizada a importantes ciudades capitales o centros de investigación, este ejemplar muestral que de municipios de tercera categoría como lo es El Socorro cuna de la libertad Iberoamericana en el Departamento de Santander, pueden darse experiencias de indagación académica exitosas, mostradas en cada uno de los diez capítulos que conforman este texto de las cuales comentaré en el siguiente párrafo.*

*Cinco de los diez capítulos de este libro están dedicados a temas que involucran problemáticas del Municipio de El Socorro y de su área rural. De estos cinco capítulos tres tienen que ver con investigaciones que benefician escuelas rurales y de paso involucran docentes de estas escuelas mostrando las competencias investigativas tanto del grupo profesoral como de sus estudiantes a nivel de primaria y secundaria; los otros dos capítulos tocan temas muy actuales como son los biopolímeros y el impacto ambiental generado por la alta tasa de movilidad en el sector de transporte, impacto ambiental por emisiones y elevados niveles de ruido.*

*De los cinco capítulos restantes se involucran otros municipios del departamento como lo es Cimitarra y de Departamentos vecinos como lo es Tunja y Motavita, tres investigaciones que muestran trabajos colaborativos de investigación con profesores de Colegios y Escuelas, mostrando la interdisciplinariedad de este documento. Los dos capítulos restantes; uno de ellos relaciona experiencias en mediciones de variables ambientales en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez en México y la Universidad Libre Seccional Socorro en Colombia; finalmente un capítulo dedicado a como ha evolucionado el comportamiento ambiental en algunos sectores de nuestro País luego del tratado de Paz firmado en el año 2016.*

*Como se puede evidenciar éste compilado no solo muestra la importancia que se le da a la investigación en centros académicos de ciudades pequeñas sino el trabajo grupal que se puede desempeñar con otros establecimientos educativos y sus docentes y estudiantes; sino que es muy variado en cuanto a una temática de gran actualidad como lo es el desarrollo sostenible y algunas herramientas importantes para lograr proteger el entorno para las futuras generaciones.*

Edgar Quintanilla Piña  
Ingeniero - Docente Catedrático  
Miembro Grupo GIECEUL



# PRESENTACIÓN

La investigación desde el contexto ambiental, y en general en las ciencias ambientales se hace, quizá como en ningún otro ámbito académico, en medio de un complejo pero fascinante espectro de saberes que tratan de dialogar en torno a esa conflictiva relación entre la sociedad y los espacios naturales y artificiales que le sirven de soporte. relación que comúnmente llamamos problemas ambientales.

Como una muestra de la productividad académica que el estudio de los problemas ambientales supone, el Grupo de Investigación GIECEUL y GIAM-Z adscritos a la Facultad Ciencias de la Educación y al programa de Ingeniería Ambiental respectivamente, compila en este libro denominado: ***Herramientas Tecnológicas y Sostenibles en la Educación Ambiental***, experiencias que cada uno de los investigadores mencionados compartió en dicho espacio.

El Grupo Gieceul, está conformado por un equipo interdisciplinario de investigadores, comprometido socialmente con la generación de alternativas de solución a los problemas ambientales y con el análisis, comprensión e interpretación de los procesos investigativos tanto en el ámbito local como en el regional, el nacional y el internacional.

***Sandra Liliana Cristancho Cruz***  
*Editora académica y científica*  
*Líder Grupo GIECEUL*



# Capítulo 1

## Evaluación y Análisis de los Niveles de Presión Sonora, Co, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en Relación al Flujo Vehicular del Sector Urbano del Municipio de El Socorro

Duván Felipe Pinto Guarín<sup>1</sup>, Carlos Fabián Bonilla<sup>2</sup>, Fabián Leonardo Yory Sanabria<sup>3</sup>

duvanf-pintog@unilibre.edu.co; carlosf-bonillar@unilibre.edu.co; fabian.yory@unilibre.edu.co

Ingenieros Ambientales de Universidad Libre Seccional Socorro

Decano Facultad de Ciencias Agropecuarias e Ingeniería de Universidad Libre Seccional Socorro

### 1.1. Resumen

Según proyecciones del DANE, el municipio de El Socorro ha sufrido un incremento demográfico del 4% en relación al año 2013, esto se evidencia en la ampliación del casco urbano y el incremento de vehículos registrados en el municipio, debido a esto, en el aire se han incorporado diferentes sustancias que alteran las concentraciones naturales del recurso, afectando negativamente su calidad y generando problemas de contaminación. El objetivo consistió en establecer la correlación de los niveles de presión sonora, CO, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> respecto de la densidad de flujo vehicular en la zona urbana del municipio de El Socorro, para ello se realizaron monitoreo con equipos de medición especializados y debidamente calibrados, siguiendo los lineamientos establecidos en la Resolución 627 de 2006 y el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire estipulados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en total se establecieron 45 puntos de monitoreo, realizándose jornadas de medición en la mañana de 8:00 a.m. a 12:00 m. y en la tarde de 2:00 p.m. a 6:00 p.m. durante el mes de marzo de 2019 al mes de junio de 2019, registrándose un total de 100791 datos de los 4 parámetros, en promedio el municipio de El Socorro presenta niveles de presión sonora de 63.03 dB, concentraciones de monóxido de carbono (CO) de 1300,65 µg/m<sup>3</sup>, 0.09 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>10</sub> y 0.04 µg/m<sup>3</sup> de PM<sub>2.5</sub>.

**Palabras clave:** Material Particulado, niveles de emisión de ruido, calidad del aire, Monóxido de carbono (CO).

<sup>1</sup>Estudiante Investigador Semillero GeoMEDIOS, Ingeniería Ambiental

<sup>2</sup>Estudiante Investigador Semillero GeoMEDIOS, Ingeniería Ambiental

<sup>3</sup>PhD. Tecnologías de Información y Análisis de Decisiones. Grupo de Investigación en Ingeniería Ambiental y Zootecnia, Universidad Libre Seccional Socorro,



**Figura 1** Monitoreo Sector Calle 5 Cra 3, Barrio Centenario, El Socorro, Santander.  
**Fuente:** Autores

## 1.2. Introducción

El rápido crecimiento demográfico de las ciudades colombianas y la explotación agrícola, minera e industrial en las regiones ha acelerado el uso y degradación de los recursos que constituyen el patrimonio natural de la nación. Debido a estos procesos, en el aire se han incorporado diferentes sustancias que han alterado las concentraciones naturales del recurso, convirtiéndose en un problema de salud pública debido al alto número de morbilidad y mortalidad asociada (IDEAM, 2017).

### 1.2.1. Descripción del problema

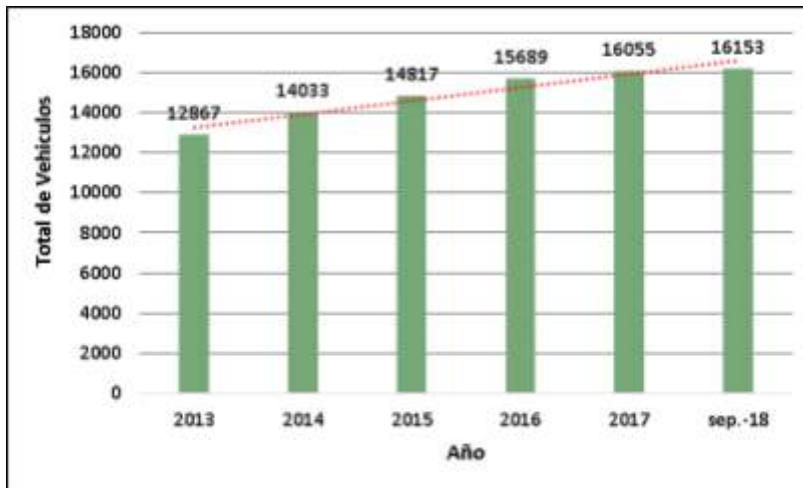
Los inventarios de emisiones atmosféricas realizados en los principales centros urbanos de Colombia, revelan que aproximadamente el 80% de las emisiones provienen de fuentes móviles mientras que, el 20% es generado por fuentes fijas (IDEAM, 2017).

Para el año 2016, el 91% de la población mundial vivía en lugares donde no se respetaban las directrices de la OMS sobre la calidad del aire, ocasionando 4.2 millones de defunciones prematuras. El 91 % de estas muertes se produjeron en países de ingresos bajos y medios, presentándose las mayores tasas de morbilidad en las regiones correspondientes al Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental. Los principales efectos asociados corresponden a accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y neuropatías crónicas y agudas (OMS, 2016).

En la (Figura 2) se observan datos de la Secretaría de Tránsito y Transporte del municipio de El Socorro, en donde, para el año 2013



registraron un total de 12,867 vehículos tanto para la zona urbana como para la rural, para el mes de septiembre del año 2018 esta cantidad aumento a 16,153 vehículos, aumentando 3,286 medios de transporte en los últimos 5 años, esto a su vez genera problemas adicionales, puesto que cuando existe mayor flujo de vehículos, consecuentemente los niveles de ruido son más altos, los cuales superan ampliamente las normas nacionales y pueden considerarse como problema de salubridad pública (Ramírez, Efraín, & Borrero, 2011).



**Figura 2** Vehículos registrados municipio de EL Socorro  
**Fuente:** (DANE, 2015)

Según las proyecciones de población departamentales 2005 - 2020 del Departamento Administrativo Nacional de Estadística- DANE el municipio de El Socorro, para el año 2013, contaba con una población en el sector urbano de 24,767 habitantes, equivalente a un 81,8% de la población total, para el año 2019 la proyección estimada es de 25,757 habitantes, sufriendo un incremento demográfico del 4%, lo cual se ve reflejado en la creación de nuevas zonas urbanas y zonas de comercio. La expansión urbana afronta nuevos retos para los socorranos, debido a que las distancias a recorrer para llevar a cabo sus labores diarias son mayores, por lo tanto, optan por desplazarse en servicio público (buses y taxis) o vehículo particular.

### 1.2.2. Antecedentes

En el año 2014 fue presentado por parte de la Ingeniera Ethel Díaz un estudio en relación al ruido en el municipio de El Socorro. El estudio determinó mediante mediciones de la presión sonora, la intensidad del ruido y los niveles a los que se encuentran expuestos los habitantes del municipio; dichas mediciones fueron recogidas a lo largo del municipio teniendo en cuenta el corte estructural que proporcionan las cuadras; los datos obtenidos se procesaron mediante un sistema de información geográfico, se obtuvieron mapas que muestran las curvas isofónicas, donde se establecieron las zonas donde el ruido ambiental sobrepasa la norma, se determinó que en la zona

centro del municipio existen días en los cuales, los índices alcanzados por la medida de la intensidades sonoras son muy altas.

### 1.2.3. Pregunta problema

¿El incremento del flujo de vehículos implica que los niveles de ruido y las concentraciones de CO, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, sobrepasen los límites máximos permitidos en la normatividad ambiental vigente del año 2018?

### 1.2.4. Justificación

Es importante determinar las zonas urbanas del municipio de El Socorro que estén sobrepasando los niveles máximos de emisión de ruido, CO, "PM<sub>10</sub>" y "PM<sub>2.5</sub>" a los que cuales este expuesta la población, identificando puntos críticos, permitiendo la formulación de estrategias de prevención, control o mitigación ante las potenciales enfermedades como consecuencia de la exposición diaria a dichos contaminantes. La importancia del estudio y control de la contaminación atmosférica está sustentada en la evidencia sobre su impacto negativo en la salud respiratoria y cardiovascular de las personas, así como con el deterioro de su calidad de vida. Por exposición a aire y agua de mala calidad ocurren cada año en Colombia 17,549 muertes, es decir el 8% del total de la mortalidad anual en Colombia. Esto concluye estudio realizado por el Observatorio Nacional de Salud (ONS) del Instituto Nacional de Salud (INS).

Según informes del IDEAM, Bogotá y Medellín son las ciudades con peor calidad del aire del país, lo que se evidenció el mes de febrero del año 2019, en donde la ciudad de Bogotá enfrente una de sus mayores emergencias ambientales de los últimos años, evidenciándose la falta de medidas preventivas y correctivas por parte administración pública. Por esto, llevar a cabo un estudio de la calidad del aire del municipio permitirá que las autoridades ambientales y locales formulen e implementen un plan de gestión de calidad del aire, implementándose programas de reducción de emisiones.

### 1.2.5. Objetivo general

Establecer la correlación de los niveles de presión sonora y las concentraciones de CO, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) respecto a la densidad de flujo vehicular en la zona urbana del municipio de El Socorro.

#### Objetivos específicos

- Establecer los criterios y puntos de medición para efectuar la recolección de los datos. γ
- Determinar los sectores de la zona urbana del municipio de El Socorro, que sobrepasan los niveles máximos permisibles de la normatividad vigente (presión sonora, CO, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>).
- Elaborar informe de la densidad de flujo vehicular de la zona urbana del municipio de El Socorro.

- Actualizar el mapa de ruido del municipio de El Socorro.
- Elaborar mapas de CO, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> del municipio de El Socorro.

## 1.3. Metodología

### 1.3.1. Localización

El proyecto de investigación se realizó en la zona Urbana del municipio de El Socorro, Santander (Colombia) a una elevación media de 1350 m sobre el nivel del mar.

### 1.3.2. Tipo de investigación

La investigación desarrollada es de tipo descriptivo, debido a que se van a determinar las concentraciones de monóxido de carbono, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, como también los niveles de presión sonora existentes en la zona urbana del municipio del Socorro, y correlacional, puesto que se determinará la relación existente entre la densidad vehicular y las concentraciones de estos contaminantes.

### 1.3.3. Tipo de investigación

Las variables establecidas a partir de los objetivos son las descritas en la (Tabla 1), mediante estas se determinará las condiciones actuales del municipio en relación con la calidad del aire

Tipo de variable	Variable	Unidad
Dependiente	Niveles de presión sonora	dB (A)
	Concentración de CO	µg/m <sup>3</sup>
	Concentraciones de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>
Independiente	Densidad de Flujo Vehicular	Veh/h
Intervinientes	Velocidad del viento	m/s
	Temperatura	°C
	Temporada en el municipio	-

**Tabla 1** Variables y su clasificación  
Fuente: Autores

Los niveles permisibles utilizados para la evaluación de la calidad del aire son los exigidos en la resolución 627 de 2006 y la resolución 2254 de 2017.

### 1.3.3.1. Técnica de investigación

La técnica utilizada para la recopilación de la información en la investigación fue el trabajo de campo, realizando los monitoreos directamente en cada punto de monitoreo ubicado en la zona urbana del municipio, empleando la captura de información multiparámetro (Presión Sonora, concentraciones de CO, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) mediante equipos especializados debidamente calibrados y utilizando las técnicas adecuadas para garantizar la confiabilidad de los datos.

#### Análisis estadístico

En la ejecución de la investigación la técnica estadística utilizada fue cuantitativa de tipo muestreo. Para determinar las condiciones de la calidad del aire del municipio, se hallaron promedios, máximos, mínimos y desviaciones estándar de cada parámetro, punto de monitoreo, jornada y día.

#### Materiales

Durante la fase de aplicación y análisis del proyecto se emplearon los siguientes materiales: hojas de papel, lapiceros, cámara fotográfica, computador y memoria USB.

#### Equipos de medición

A continuación, se enlistan los equipos de medición que la Universidad Libre Seccional Socorro facilitó para llevar a cabo la toma de datos durante la ejecución del proyecto:

- o Sonómetro Pulsar Modelo 33 con bandas de octava 1/1 y 1/3 (Rango de Medición: 23 dB - 140 dB)
- o Termo anemómetro Digital Marca Wiseman Klein
- o GPS
- o CO-110 Carbon Monoxide Meter
- o Monitor SIDEPAK™ PERSONAL AEROSOL MONITOR MODELAM520

Para la captura de información de densidad de flujo vehicular se realizó un conteo de los vehículos que allí se desplazaban mediante el uso de la APK Multi Counter, diseñada especialmente como herramienta de conteo, mediante la creación de múltiples categorías permitiendo la exportación de los datos a archivos CSV, para su respectivo análisis.

### 1.3.4. Procedimiento

La metodología aplicada durante la presente investigación se basó en 4 fases, tal y como se muestra a continuación:

## 1. Fase de diagnóstico y diseño.

En esta fase se pone a conocimiento la realidad de la problemática que se va a evaluar en la presente investigación, para lograr un buen diagnóstico se plantean los siguientes pasos:

- o Definición de objetivos y alcance del proyecto
- o Definición de parámetros a evaluar.
- o Realizar un estudio y evaluación de las características de las zonas a estudiar.
- o Determinar las áreas donde se deben hacer las mediciones.
- o Establecer los horarios de medición, días y meses en los cuales se desarrolla la investigación.

## 2. Fase de aplicación

El procedimiento de medición de ruido a seguir durante la fase de aplicación del proyecto, es el establecido en los capítulos I y II de la Resolución 627 de 2006, y en lo relacionado a la toma de datos de las concentraciones de monóxido de carbono,  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  se seguirán los pasos establecidos por los instrumentos de medición y los lineamientos establecidos en el Protocolo para Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

## 3. Fase de análisis

En esta fase se llevará a cabo el procesamiento y análisis de la información recopilada, que luego permitirá la elaboración de mapas con ayuda de SIG, los cuales serán la principal herramienta en la formulación de las medidas correctivas, preventivas y de seguimiento de acuerdo a las zonas de mayor afectación.

## 4. Fase de socialización

Socialización del proyecto y material elaborado a entidades locales, con el fin de dar a conocer las condiciones actuales de la calidad del aire del municipio.

### Población y muestra

Durante la fase de aplicación se establecieron 45 puntos de monitoreo y jornadas de medición en la mañana de 8:00 a.m. a 12:00 m. y en la tarde de 2:00 p.m. a 6:00 p.m. durante los meses de marzo, abril, mayo e inicios de junio del año 2019, en donde se obtuvieron un total de 100791 registros de los 4 parámetros analizados (Ruido, CO,  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ).

## 1.4. Resultados

Posterior a realizar el monitoreo durante los 4 meses, se elaboró una base de datos con el total de registros obtenidos, y con ello se logró establecer el comportamiento de los parámetros analizados en función estadística y en relación a la normatividad ambiental, para luego ser llevados a mapas mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG).

A continuación, se muestran los principales resultados.

#### 1.4.1. Resumen estadístico de los parámetros evaluados

Se llevó a cabo un resumen estadístico de los datos recopilados de cada parámetro durante la fase de aplicación del proyecto y se elaboró la (Tabla 2), la cual nos muestra la media, valor mínimo y máximo de cada variable.

**Tabla 2** Resumen estadístico parámetros

Parámetro	Media	Mínimo	Máximo
CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1300.65	0	21722.04
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.09	0.02	3.35
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.04	0	1.37
Ruido (dB)	63.03	40	96.50

**Fuente:** Autores

En promedio el municipio de El Socorro presenta niveles de presión sonora de 63.03 dB, un valor mínimo registrado de 40 dB, un valor máximo registrado de 96.5 dB.

Las concentraciones de monóxido de carbono (CO) presentes en el municipio de El Socorro en promedio son de 1300,65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , una concentración mínima de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una máxima de 21722,04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En total se registraron 13865 datos de PM<sub>10</sub>, con una concentración promedio de 0.09  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una desviación estándar de 0.08, la concentración máxima registrada es de 3.35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y la mínima registrada es de 0.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En lo concerniente a las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> se registraron un total de 6371 datos, obteniendo una concentración promedio de 0.04  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una desviación estándar 0.07, el valor mínimo registrado es de 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y un máximo de 1.37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### Comportamiento de los parámetros analizados en relación a la normatividad.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) emana la Resolución 627 del año 2006, en la cual se establece como nivel máximo permisible de emisión de ruido en zonas urbanas los 65 dB, así también estipuló la Resolución 2254 del año 2017, la cual establece como nivel máximo permisible de monóxido de carbono (CO) los 5000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , para PM<sub>10</sub> los 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y por último para PM<sub>2.5</sub> los 37  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , todo esto para un tiempo de exposición de 24 horas.

A continuación, en la (Tabla 3) se muestra el comportamiento de los parámetros en relación al cumplimiento de la normatividad:

**Tabla 3** Porcentaje de cumplimiento de la normatividad de los parámetros analizados.

Parámetro	Cumplimiento Normatividad (%)	
	SI	NO
CO	96	4
PM <sub>10</sub>	100	0
PM <sub>2.5</sub>	100	0
Ruido	73	27

**Fuente:** Autores

Se observa en la (Tabla 3) que tan solo los parámetros de ruido y monóxido de carbono (CO) presentan valores que sobrepasan los niveles máximos permisibles estipulados por la normatividad ambiental colombiana.

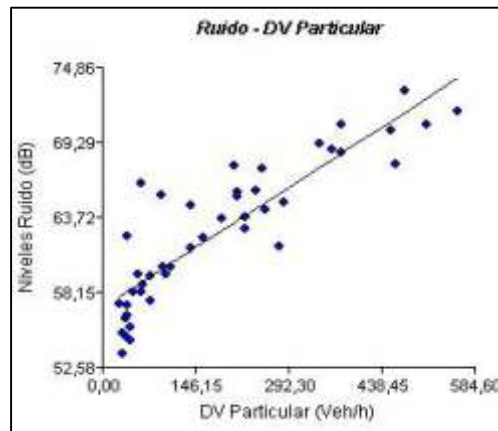
En cuanto a los niveles de emisión de ruido se observa que un 27% de los datos registrados de este parámetro, presentan valores que no cumplen con la norma, y en lo referente al monóxido de carbono un 4% de los valores se encuentran por encima de la norma.

Las concentraciones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> registradas durante la fase de aplicación del proyecto presentan valores que se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles, por tanto, en lo referente a estos parámetros, no presentan un riesgo en cuanto a la afectación de la calidad del aire de la zona urbana del municipio de El Socorro.

### Correlación de variables en relación a la densidad de flujo vehicular

Una vez obtenidos los datos de densidad vehicular de la zona urbana del municipio, estos se analizaron en relación a los 4 parámetros estudiados ((Ruido, CO, PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub> y así determinar la relación existente entre estas variables.

#### 1.4.1.1. Ruido



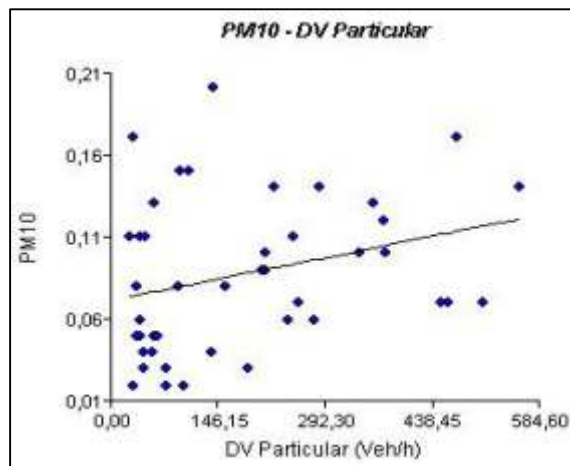
**Figura 3** Ruido - Densidad V. Particular  
**Fuente:** Autores

Se obtuvo un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.77, puesto que es un valor cercano a 1, nos indica que entre las variables de Ruido y DV Particular existe una dependencia funcional lineal positiva.

En la (Figura 3) se observa los niveles de presión sonora en relación a la cantidad de vehículos particulares que circulan por hora en el municipio de El Socorro, allí se evidencia un comportamiento directamente proporcional, puesto que mayor sea la densidad vehicular, se presentaran niveles de ruido de mayor intensidad.

Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0.88 entre las variables de Ruido y DV particular, al ser un valor mayor a 0, nos indica que hay correlación positiva; es decir, ambas variables se correlacionan en un sentido directo.

#### 1.4.1.2. $PM_{10}$



**Figura 4**  $PM_{10}$  - Densidad Vs. Particular.  
**Fuente:** Autores

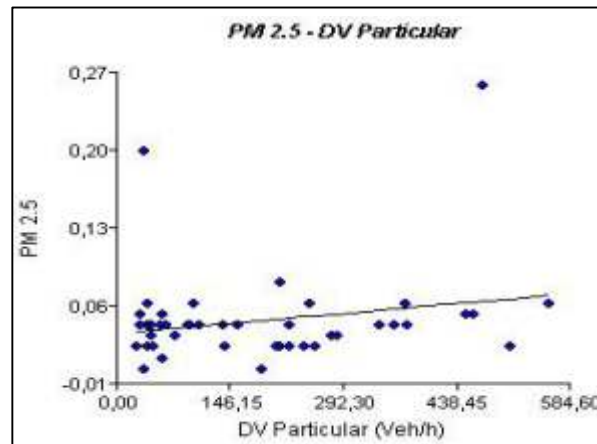
Se obtuvo un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.08, lo cual nos indica que entre las variables de  $PM_{10}$  y DV Particular existe una dependencia funcional entre las variables, pero no de tipo lineal y al ser un valor más cercano a 0, la relación existente no es tan fuerte entre estas variables

En la (Figura 4) se observa la relación existente entre las concentraciones promedio de  $PM_{10}$  y la densidad vehicular de autos particulares que se desplazan por hora en el municipio, allí no se evidencia una relación directa entre las variables, por tanto, la variable de concentración de  $PM_{10}$  no es dependiente del número de vehículos particulares.



Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0.29 entre las variables de  $PM_{10}$  y DV Particular, al ser un valor mayor a 0, nos indica que existe correlación positiva; es decir, ambas variables se correlacionan. En un sentido directo, sin embargo, el valor es cercano a 0, lo que nos indica que las variables no son dependientes la una de la otra en gran parte de los sectores analizados.

### 1.4.1.3. $PM_{2.5}$



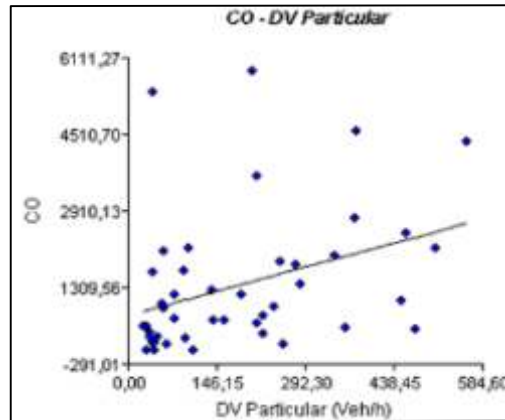
**Figura 5**  $PM_{2.5}$  - Densidad Vs. Particular  
**Fuente:** Autores

Se obtuvo un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.04, lo cual nos indica que entre las variables de  $PM_{2.5}$  y DV Particular existe una dependencia lineal entre las variables, pero no de tipo lineal y al ser un valor más cercano a 0, la relación existente no es tan fuerte entre estas variables.

En la (Figura 5) se observa la relación existente entre las concentraciones promedio de  $PM_{2.5}$  y la densidad vehicular de autos particulares que se desplazan por hora en el municipio, allí no se evidencia una relación directa entre las variables, por tanto, la variable de concentración de  $PM_{2.5}$  no es dependiente del número de vehículos particulares que circulan por el sector.

Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0.21 entre las variables de  $PM_{2.5}$  y DV Particular, al ser un valor mayor a 0, nos indica que existe correlación positiva; es decir, ambas variables se correlacionan en un sentido directo, sin embargo, el valor es cercano a 0, lo que nos indica que las variables no son dependientes la una de la otra en gran parte de los sectores analizados.

#### 1.4.1.4. Monóxido de Carbono (CO)



**Figura 6** CO -Densidad V. Particular.  
**Fuente:** Autores

Se obtuvo un coeficiente de determinación  $R^2$  de 0.13, lo cual nos indica que entre las variables de CO y DV Particular existe una dependencia funcional entre las variables, pero no de tipo lineal y al ser un valor más cercano a 0, la relación existente no es tan fuerte entre estas variables.

En la (Figura 6) se observa la relación existente entre las concentraciones promedio de CO y la densidad vehicular de autos vehiculares que se desplazan por hora en el municipio, allí no se evidencia una relación directa entre las variables, por tanto, la variable de concentración de CO no es dependiente del número de vehículos pesados que circulan por el sector.

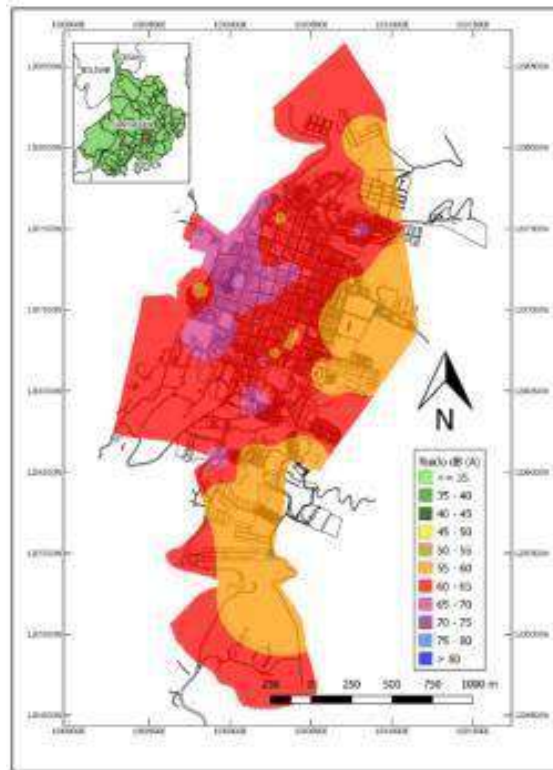
Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0.36 entre las variables de CO y DV Particular, al ser un valor mayor a 0, nos indica que existe correlación positiva; es decir, ambas variables se correlacionan en un sentido directo, sin embargo, el valor es cercano a 0, lo que nos indica que las variables no son dependientes la una de la otra en gran parte de los sectores analizados.

#### 1.4.2. Mapas estratégicos multiparámetro

En la elaboración de los mapas digitales de ruido, monóxido de carbono (CO),  $PM_{10}$  Y  $PM_{2.5}$  de la zona urbana del municipio de El Socorro, se empleó el software Quantum Gis (QGIS), el cual es un Sistema de Información Geográfica basado en Software Libre disponible para plataformas Linux, Unix, Mac OSX y Windows.

**Ruido.** La resolución 627 de 2006 estipula que es esencial una representación de los resultados de los monitoreos ejecutados en términos de zonas de ruido. Para ello estipulo un rango de colores en cuanto a la representación en el mapa, tal y como se muestra a continuación.

## Niveles de ruido promedio



**Figura 7** Mapa de ruido promedio general municipio de El Socorro  
**Fuente:** Autores

Teniendo en cuenta la (Figura 7), el municipio de El Socorro presenta niveles de presión sonora que van desde los 55 dB hasta los 75 dB, identificándose de la siguiente manera:

Los sectores en los cuales se presentan niveles de ruido promedio dentro del rango de 65 - 75 dB, se encuentran ubicados en la zona Centro Comercial del municipio, en especial aquellos sectores ubicados por la vía nacional y la Plaza de Mercado, por otra parte, otro sector que presenta las mismas condiciones es el de la zona industrial, ubicado en la Cra 13 entre las Calle 1 - Calle 5.

Los sectores cuyos niveles de presión sonora promedio se encuentran dentro de los 55 - 65 dB, pertenecen a la zona centro residencial comprendida por los barrios Altos de la Floresta, Casa Loma, La Presentación, Convento, Fátima, Miradores de la Serranía y Santa, así también la zona sur comprendida por los barrios de San Rafael, La Floresta, Bicentenario V Etapa, Villa María, Colinas, El Bosque, Villa del Prado, Santa Clara I y II, Puerta El Golpe, Terrazas y 16 de marzo, y por último la zona norte del municipio comprendida por los barrios de Pueblito Viejo, Villa Madrigal, Diamante, Primero de Mayo, Portal de Saravita, Manuela Beltrán, La Esmeralda, Santa Bárbara, Monasterio y Cedros.

## Comportamiento de los niveles de ruido en relación al cumplimiento de la normatividad.

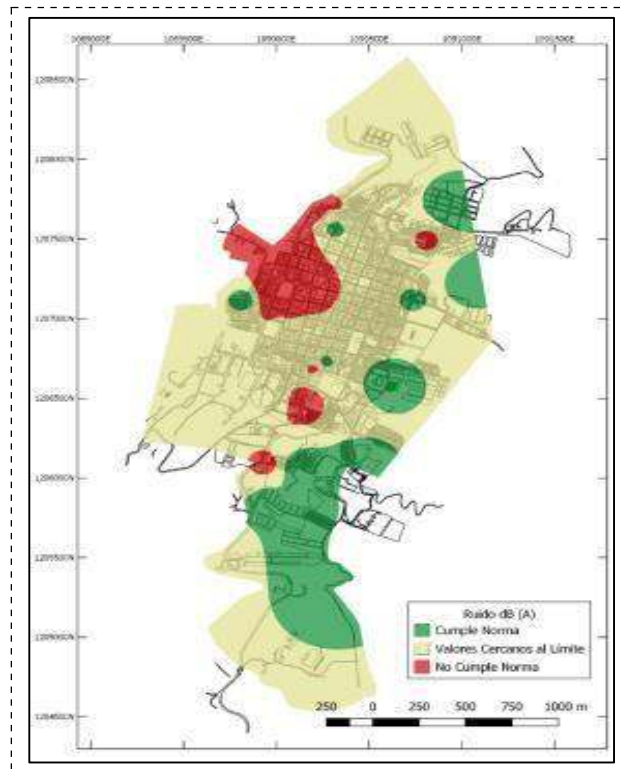
El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) estipuló la resolución 627 de 2006, “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”, allí se establece como nivel máximo permisible de emisión de ruido para la zona urbana los 65 dB.

**Tabla 4** Clasificación de rangos de colores en relación al cumplimiento de la normatividad del ruido.

Rango de color	Rango niveles de Ruido (dB)	Relación Normatividad
	0 - 60	Cumple Norma
	60.1 - 65	Valores Cercanos Norma
	> 65	No cumplen Norma

**Fuente:** Autores

Teniendo en cuenta esto, se elaboró una clasificación de los datos registrados en 3 rangos (**Tabla 4**), en donde se observa el comportamiento de estos en relación al cumplimiento de la normatividad en general, tal y como se muestra en la (**Figura 8**).



**Figura 8** Mapa de ruido en relación al cumplimiento de la normatividad.

**Fuente:** Autores

En relación a los niveles promedio general de presión sonora registrados, se observa en la (Figura 8) que los sectores que presentan valores que superan los límites máximos permisibles estipulados por la norma son el sector de la zona centro comercial correspondiente a la Plaza de Mercado, sector de San Victorino y la Vía Nacional, como también lo son el parque principal, el sector del Hospital y la zona industrial, aquellos sectores se representan en color rojo en el mapa.

El mapa permite identificar también aquellos sectores en los cuales los niveles de emisión de ruido no exceden los límites permisibles, los cuales son la zona oriental del municipio y la zona sur, que corresponden a los barrios de San Rafael, La Floresta, Bicentenario V Etapa, Villa María, Colinas, El Bosque, Villa del Prado, Santa Clara I y II y Puerta El Golpe, aquellos sectores se representan en color verde en el mapa.

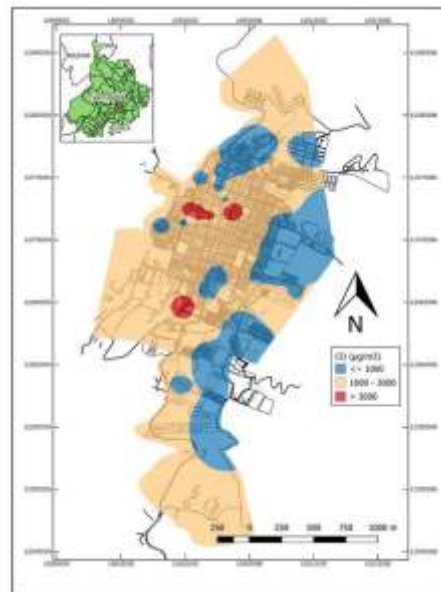
Sin embargo, existen sectores cuyos valores de presión sonora cumplen con la norma, pero son valores cercanos a los límites permisibles, cuyos niveles de emisión de ruido se encuentran entre los 60 y 65 decibeles (dB), aquellos sectores se representan en color amarillo en el mapa de ruido.

### Monóxido de Carbono (CO)

En relación al monóxido de carbono, se realizó una clasificación de rangos de color establecidas por los investigadores para la elaboración del mapa estratégico de este contaminante.

Allí se observan las concentraciones promedio registradas en la zona urbana del municipio de El Socorro, como también aquellos sectores en los cuales existe conflicto en cuanto al cumplimiento de la normatividad ambiental establecida por MinAmbiente.

### Concentraciones promedio de (CO)



**Figura 9** Mapa de concentraciones de CO promedio en la zona urbana del municipio de El Socorro. **Fuente:** Autores

Teniendo en cuenta la (Figura 9), La zona Centro Comercial (Plaza de Mercado y Parque Principal) y la zona industrial del municipio presentan concentraciones promedio de monóxido de carbono superiores a los 3000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La zona Norte comprendida por los barrios de Pueblito Viejo, Villa Madrigal, Diamante, Primero de Mayo, Portal de Saravita, Manuela Beltrán, La Esmeralda, Santa Bárbara, Monasterio y Cedros, y la zona Sur comprendida por los barrios de San Rafael, La Floresta, Bicentenario V Etapa, Villa María, Colinas, El Bosque, Villa del Prado, Santa Clara I y II, Puerta El Golpe, Terrazas y 16 de marzo, son los sectores del municipio en los cuales las concentraciones promedio no exceden los 1000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Comportamiento de las concentraciones de CO en relación a la normatividad

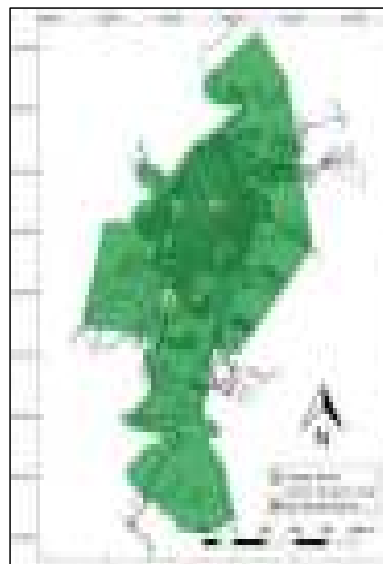
El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estipuló la Resolución 2254 de 2017 “Por la cual se adopta la norma de calidad de aire ambiente y se dictan otras disposiciones”, allí se establece como nivel máximo permisible de concentraciones de CO los 5000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Teniendo en cuenta esto, se elaboró una clasificación de los datos de CO registrados en 3 categorías (*Tabla 5*).

**Tabla 5** Clasificación de rangos de colores en relación al cumplimiento de la normatividad de CO.

Rango de color	Rango de CO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Relación Normatividad
	0 - 4000	Cumple Norma
	4000.1 - 5000	Valores Cercanos Norma
	> 5000	No cumplen Norma

Fuente: Autores



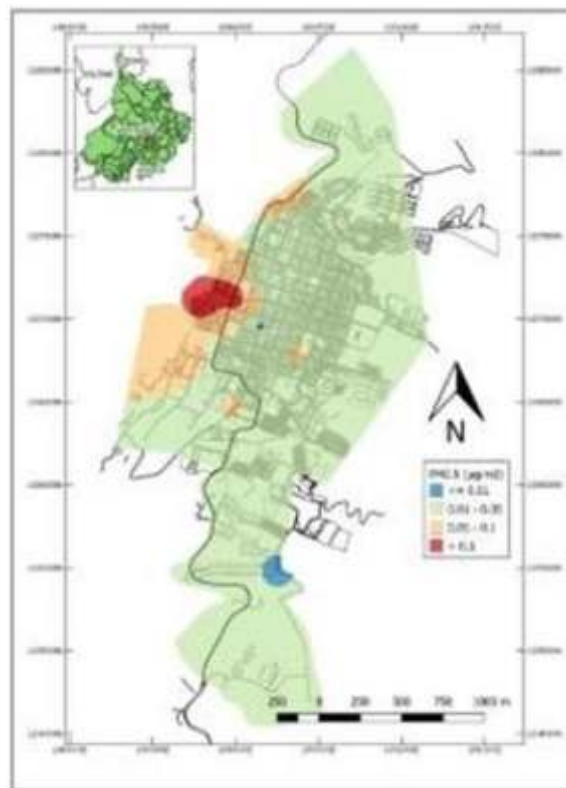
**Figura 10** Mapa de CO en relación al cumplimiento de la normatividad.

Fuente: Autores

Se identificaron dos sectores que no cumplen con la normatividad, los cuales corresponden al sector de la zona industrial y el sector de la esquina Imperial ubicado en la Cra 13 con calle 14. Así también se destaca el sector de San Victorino, el cual presenta concentraciones promedio cuyos valores se encuentran cercanos al límite máximo permisible, y el restante de zonas del municipio presentan concentraciones cuyos valores no representan un riesgo en cuanto al no cumplimiento de la normatividad.

Teniendo en cuenta la (**Figura 10**), el 92% de la zona urbana del municipio de El Socorro presenta concentraciones promedio de monóxido de carbono que se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles, un 3% presenta valores cercanos a la norma y un 5% presenta concentraciones que exceden la norma.

#### 1.4.2.1. $PM_{2.5}$



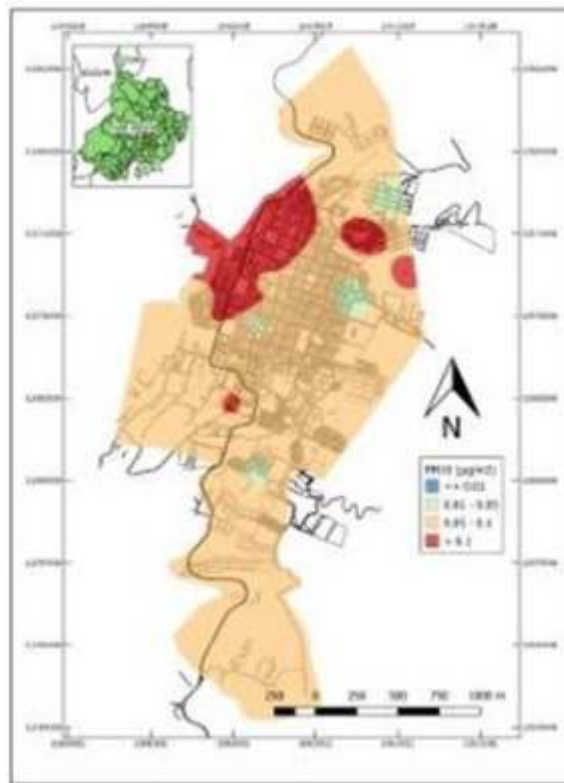
**Figura 11** Mapa de concentraciones promedio de  $PM_{2.5}$  en la zona urbana del municipio de El Socorro.

**Fuente:** Autores

Observando la (**Figura 11**), se identifica que el sector de la zona occidental del municipio, correspondiente al barrio Los Comuneros presentó las concentraciones más altas en lo concerniente a este parámetro, superando los  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En la zona centro comercial y residencial, los barrios de la zona sur y norte del municipio, se registraron concentraciones promedio de  $PM_{2.5}$  entre los  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3 - 0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En lo relacionado a la normatividad, el parámetro de  $PM_{2.5}$  no representa un factor de riesgo en cuanto a la afectación de la calidad del aire del municipio de El Socorro, por tanto, se consideró redundante el realizar mapas del parámetro de  $PM_{2.5}$  en relación a la normatividad ambiental, puesto que el 100% de los datos registrados se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles.

#### 1.4.2.2. $PM_{10}$



**Figura 12** Mapa de concentraciones promedio de  $PM_{10}$  en la zona urbana del municipio de El Socorro.

**Fuente:** Autores

Observando la (**Figura 12**), se identifica que la zona ubicada en la vía nacional en la Cra 17, la Plaza de Mercado, la Universidad Industrial de Santander y la Calle 5 con Cra 8, son aquellos sectores en los cuales se registraron concentraciones promedio que superaron los  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Los sectores en los cuales se presentaron concentraciones promedio entre los  $0.01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  son la zona centro residencial y los barrios ubicados en el sur y norte del municipio.

En lo relacionado a la normatividad, el parámetro de  $PM_{10}$  no representa un factor de riesgo en cuanto a la afectación de la calidad del aire del municipio de El Socorro, puesto que según la Resolución 2254 de 2017 el nivel máximo permisible de este parámetro es de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y las concentraciones registradas durante la presente investigación no exceden  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

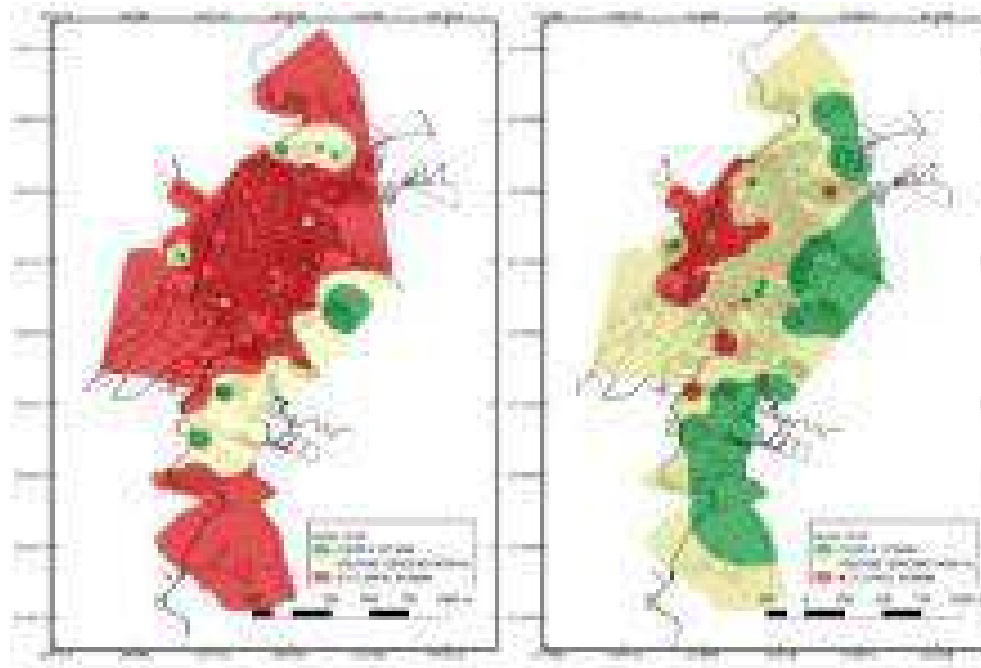


Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se consideró redundante el realizar mapas del parámetro de  $PM_{10}$  en relación a la normatividad ambiental, puesto que el 100% de los datos registrados se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles.

## 1.5. Discusión

Los niveles de presión sonora promedio obtenidos en la zona urbana del municipio de El Socorro en el año 2019 fueron de 63.03 dB, un valor inferior en comparación al registrado en el año 2014 por parte de Díaz Silva, Ethel Carolina, que obtuvo un promedio de 67.5 dB en relación a los niveles de ruido.

Estos registros pueden ser ocasionados por la época del año en que se registraron los datos, puesto que en el municipio a lo largo del año se llevan a cabo actividades de turismo y comercio que influyen en el incremento de los niveles de presión sonora en la zona urbana.



**Figura 13** Mapa comparativo niveles de ruido año 2014 - año 2019.  
**Fuente:** Autores

Se destaca un descenso en los niveles de presión sonora obtenidos en el año 2019 en comparación al año 2014, identificando como punto de monitoreo con mayor cambio con respecto a estos 5 años el sector de la Esquina Cra 15 Calle 16 diagonal al Colegio Oficial Avelina Moreno (COAM), en donde para el año 2014 registró un promedio de 83.20 dB y en el año 2019 registró un promedio de 61.46 dB, lo cual significa una reducción en los niveles de presión sonora de 21.74 dB.

En la (**Figura 13**) se observa el comparativo de los niveles de presión sonora en relación a la normatividad entre el año 2014 y 2019, allí se establece que para el año 2014 un 71% de la zona urbana del municipio, presentaba niveles de ruido promedio que excedían los niveles máximos permitidos, ya para el año 2019, el 40% de la zona urbana presenta niveles de ruido promedio que exceden la norma.

En el año 2014 tan solo 13% de la zona urbana del municipio presentaba niveles de ruido por debajo de los niveles permisibles, ya en el año 2019 este era del 35%, lo que significa un cambio positivo en relacionado al comportamiento de este parámetro con la normatividad.

## 1.6. Conclusiones

Mediante la realización de los monitoreos de la calidad del aire del municipio de El Socorro, se logró identificar que los parámetros que presentan susceptibilidad a sobrepasar los niveles máximos permisibles son el monóxido de carbono (CO) y el ruido ambiental.

En relación al material particulado ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), se evidenció que las concentraciones que se registran en el sector urbano del municipio, se encuentran por debajo de los niveles permisibles establecidos por la norma.

En promedio el municipio de El Socorro presenta niveles de ruido de 63.03 dB, concentraciones de CO de  $1300.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , concentraciones de  $PM_{10}$  de  $0.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y concentraciones de  $PM_{2.5}$  de  $0.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En relación al cumplimiento de la normatividad, en general, el 78% de los datos registrados de los 4 parámetros analizados, presentan valores por debajo de los límites máximos permisibles.

Los puntos críticos identificados en relación a los niveles de emisión de ruido son la zona de la Plaza de Mercado, el sector de San Victorino, la zona del Hospital por la Cra 17, el sector del Parque Principal y la Zona Industrial, cuyos valores registrados en promedio se encuentran por encima de los niveles máximos permisibles.

Los puntos críticos identificados en relación a las concentraciones de monóxido de carbono (CO) son el sector de la Esquina Imperial ubicada en la Cra 13 con Calle 14, y el sector de la zona industrial, en donde las concentraciones promedio registradas presentan valores que sobrepasan los niveles permisibles establecidos por la norma.

### 1.6.1. Recomendaciones

Es importante la formulación de planes de prevención, control y mitigación de impacto de los parámetros potencialmente contaminadores identificados (ruido y CO), permitiendo así, mejorar las condiciones de la calidad del aire de la zona urbana del municipio de El Socorro.

## 1.6.2. Planes para el trabajo futuro

Continuar haciendo monitoreos periódicos de los parámetros analizados, permitiendo conocer la evolución de las condiciones de la calidad del aire de la zona urbana del municipio, identificando aquellas estrategias que permitan obtener mejores resultados en relación al control y mitigación del impacto ambiental.

## 1.7. Referencias Bibliográficas

- ARCINIÉGAS, C. (2011).** Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10\*. Luna Azul, 195 - 213.
- Bedoya, J., & Martínez, E. (2008).** Calidad del aire en el Valle de Aburrá Antioquia -Colombia. DYNA, 7-15.
- Berdugo, J., & Ramírez, D. (2016).** Incidencia del flujo vehicular en la calidad del aire en sitios críticos por población, movilidad y características geométricas de las vías en la ciudad de Cartagena. Cartagena.
- Chaparro, M., & Linares, C. (2017).** Evaluación Del Cumplimiento De Los Niveles De Presión Sonora (Ruido Ambiental) En La Universidad Libre Sede El Bosque. Bogotá.
- Díaz, E. (2014).** Evaluación Y Análisis con SIG del Ruido Ambiental Urbano en La Zona Centro Del Municipio Del Socorro Santander. Socorro.
- Espinosa, J. (2015).** Actualizar los Mapas de Ruido, para el Área Urbana de los Municipios de Tunja y Sogamoso, de Conformidad con las Especificaciones Técnicas que obran en el Presentes Estudios Previos. Sogamoso.
- Fundación Sin Ánimo de Lucro Ecológica- FULECOL. (2013).** Formulación del Plan de Prevención y Descontaminación por Ruido de los 9 Municipios Que conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Medellín.
- González, T. (2015).** Determinación de la Calidad del Aire en la Universidad Libre Seccional Bogotá Sede Bosque Popular. Bogotá.
- IDEAM. (2017).** Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia. Bogotá D.C.
- K2 INGENIERIA LTDA. (2008).** Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire. Bogotá.

- MINAMBIENTE. (2006).** Resolución 0627. Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental. Obtenido de [http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones\\_atmosfericas\\_contaminantes/norma\\_ruido/Resolucion\\_627\\_de\\_2006 - Norma\\_nacional\\_de\\_emision\\_de\\_ruido.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/norma_ruido/Resolucion_627_de_2006_-_Norma_nacional_de_emision_de_ruido.pdf)
- MINAMBIENTE. (2017).** Resolución 2254 2017. "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones". Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96res%202254%20de%202017.pdf>
- Ministerio de Salud de la Nación. (2011).** Guía de Prevención, Diagnóstico, Tratamiento y Vigilancia Epidemiológica de las Intoxicaciones por Monóxido de Carbono. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Printing Shop S.R.L.
- Murcia, U. d. (27 de Julio de 2019).** LA ATMÓSFERA: Estructura, composición química y propiedades físicas. Obtenido de [https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materiaspaubachillerato/tema\\_3.pdf](https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materiaspaubachillerato/tema_3.pdf)
- Ramírez, A., Efraín, D., & Borrero, I. (2011).** El Ruido Vehicular Urbano y su Relación con Medidas de Restricción Vehicular. Acad. Colomb. Cienc., 143-156.
- Reyes, H. (2011).** Estudio y Plan de Mitigación del Nivel de Ruido Ambiental en la Zona Urbana de la Ciudad de Puyo. Riobamba.
- Saldaña, R. (2016).** Emisión de Gases por el Parque Automotor y su Repercusión en la Contaminación del Aire en la Ciudad de Iquitos en el Año 2015. Iquitos.
- Segura, J., & Juan, F. (2016).** Exposición de peatones a la contaminación del aire en vías con alto tráfico vehicular. Rev. Salud pública, 179-187.

# Capítulo 2

## El recurso hídrico como estrategia pedagógica y ambiental en escuela rural

Sandra Liliana Cristancho Cruz<sup>1</sup>, Paola Andrea Celis Rivera<sup>2</sup>, Antonio Sierra Ferreira<sup>3</sup>,  
Silvia Estella Gómez Correa<sup>4</sup>, Sindy Paola Castro Pereira<sup>5</sup>

sandra.cristancho@unilibre.edu.co; paola.celis@usbmed.edu.co; tonosierra22@hotmail.com  
sindypaola0119@gmail.com; silvia150902@hotmail.com

Docente Investigador, Facultad Ciencias de la Educación, de Universidad Libre Seccional Socorro;  
Docente Facultad de Ingenierías de Universidad San Buenaventura Medellín;  
Maestrando en atención a la diversidad y educación Inclusiva de Universidad de las Américas y el Caribe;  
Licenciados en educación básica con énfasis de la Universidad Libre Seccional Socorro

### 2.1. Resumen

Las estrategias lúdicas pedagógicas en su esencia orientan el proceso de enseñanza aprendizaje hacia la construcción y asimilación de conocimientos significativos, cooperación grupal, enriquecimiento de capacidades y motivación en el quehacer pedagógico tanto estudiantes como docentes, dando prioridad a la formación intelectual, social y emocional que necesariamente son indispensable en cada educando para actuar de una forma racional ante las situaciones que el mundo exige en el diario vivir y más aún cuando se trata de buscar alternativas en la mitigación de factores que afectan el entorno en sus diversas manifestaciones nocivas para un progreso eficiente. No obstante los planes de educación Ambiental tienen como funcionalidad fortalecer a través de estas estrategias las competencias relacionadas con la interacción del ser humano y la naturaleza de acuerdo a las acciones que deben ser modificadas desde la práctica misma para la protección de cada uno de los recursos naturales así como la capacidad de participar activamente en la toma de decisiones para la resolución de problemáticas ambientales, mediante compromisos unidos a favor de la sensibilización ambiental.

De éste modo el desarrollo del presente capítulo, tiene lugar en el Colegio Alberto Santos Buitrago Sede E vereda El Bosque con estudiantes de básica primaria desde los grados preescolar a quinto, constituida por una metodología de Escuela Nueva, enfatizándose en la culturización del uso racional del recurso hídrico como fuente de vida, a partir de la implementación de un plan de educación ambiental como mecanismo para generar conductas de conservación y aprovechamiento del agua que en este caso se presenta una problemática con su consumo; careciendo de algún sistema de descontaminación y exponiéndose la salud de los estudiantes al no poseer alguna opción que garantice un desarrollo vital si no que conformarse con lo que el entorno les brinda.

Como resultado de dicho proyecto se diseña una cartilla en evidencia de lo realizado y material educativo en la enseñanza para la institución involucrada, por lo que sus contenidos estarán disponibles de acuerdo a las necesidades de los educandos, para darlo a conocer en concordancia a los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para cada uno de los grados académicos hacia el logro de competencias y habilidades de nuevos aprendizajes al integrar la teoría con la práctica como sinónimo de formación para la vida, y respuesta a acciones de favorecimiento a la naturaleza junto con los seres que la rodean.

**Palabras clave:** Recurso Hídrico, estrategia pedagógica, aprovechamiento, sensibilización, Aprendizaje.

## 2.2. Introducción

Diferentes factores inciden en la vida del ser humano para su supervivencia; sus necesidades están relacionadas con cada uno de los recursos que hay en el contexto en el que se encuentran inmersos, pues estos ofrecen los beneficios y la sostenibilidad necesaria para el desarrollo a nivel general (PNUMA, 2011). Desafortunadamente el consumo inadecuado presentado constantemente y provocado por las acciones que a diario realiza el ser humano, no ha puesto como prioridad el aprovechamiento apropiado de tan valioso recurso como es el agua, sus fines en muchos casos van en contra del cuidado y conservación de esta misma, por lo que el panorama cada vez es más crítico y preocupante.

Evidentemente las intervenciones provocadas por el hombre desde tiempos pasados, ha implantado paradigmas tóxicos para la sociedad del diario vivir, ha generado cambios notorios en el desarrollo social, económico, político etc., Pues, se encuentran diversas razones de este actuar y algunas de ellas básicamente se encamina en la competitividad del sistema de consumismo, implementación de proyectos alterados, desinformación en mecanismos de preservación y reutilización del agua, costumbres o culturas que aprueban el uso desmedido y excesivo, contaminación en las fuentes hídricas y manejos inadecuados en las grandes industrias careciendo de un sistema de residuos desechados, lo cual sus consecuencias son bastante notorias y significativas al empeorar la probabilidad de conservar un agua accesible para los seres vivos ya que representa la fuente vida. (WGF, 2011).

Del mismo modo, las fuentes hídricas que se encuentran al alcance de las personas, los lagos, ríos, quebradas, aljibes entre otras, han sido afectadas negativamente por las conductas humanas, detonando consecuencias de deterioro y desmejoramiento del estado ecológico; olvidando que son estas las encargadas de proporcionar uno de los compuestos indispensables en el aseguramiento de la supervivencia de quienes se encuentran directamente relacionados con su reproducción y ciclo de vida.

Precisamente, algunos fenómenos como la lluvia acida se presentan constantemente, en su mayoría en las localidades urbanas pues los índices de

contaminación se incrementan dando como resultado precipitaciones con componentes nocivos y alteradores de la calidad del agua.

Por lo anterior, establecer una relación entre el agua lluvia de las ciudades con respecto a las del campo es claro diferenciar que la posibilidad de obtener este recurso menos contaminado radica en el campo, la misma naturaleza de una u otra forma contrarresta efectos alarmantes al purificarlos con sus procesos vitales. Por ello, las comunidades rurales que dan uso a tal recurso gratuito necesitan conocer sobre sistemas de aprovechamiento, mecanismos de protección y métodos naturales que desde el mismo hogar pueden implementarse formando un vínculo concientizado de tan valioso recurso.

Si bien es cierto, la educación ambiental ha cobrado importancia al brindar a nivel mundial los conocimientos de interrelaciones entre el hombre y los recursos naturales en el logro del desarrollo sostenible, por lo que, se hace imprescindible desarrollar programas de sensibilización que creen conciencia y generen valores que conduzcan a una actitud positiva del hombre con el hombre y de este con su entorno; así todos unidos y conscientes lograrán una participación comunitaria que es la base fundamental en el desarrollo de programas de educación ambiental. (Moreno, 2000).

Por su parte, la participación social encaminada a la sostenibilidad del recurso hídrico debe ser un esfuerzo por convencimiento propio y no por coacción, a partir del concepto “El que conoce ama, y el que ama defiende”, de modo que propenda por la disminución de los costos a raíz del manejo inadecuado, optimizando el mismo. (Moreno, 2000)

Es así como se hace necesario la implementación de estrategias que permitan o contribuyan a generar sensibilización frente al recurso hídrico (preservación, conservación), en este caso parte de la responsabilidad recae en la educación pues son los docentes los encargados de llevar a los educandos hacia el desarrollo de competencias y destrezas enfrentándose a situaciones problemas de la realidad para dar alternativas de solución a partir de la experiencia misma y exploración del contexto en el que se encuentren, utilizando las riquezas en pro de la naturaleza. Y es precisamente el agua lluvia uno de los elementos que brindan la oportunidad de aprovecharse en las épocas de invierno ya que al contar con un sistema que capte dicha agua su proceso es menos dispendioso y efectivo para atender las necesidades del ser humano.

De este modo, la formación escolar se involucra directamente en la construcción de conocimientos y orientación de experiencias significativas, preparando sujetos competentes para la vida, tomando como prioridad práctica y teoría a la vez. En este sentido los objetivos deben ser claros y viables donde el mismo contexto confirme un resultado satisfactorio con aprendizajes de calidad, verificados por aquellos (docentes) que interactúan en dicho proceso entrelazados con estrategias motivadoras en las que los estudiantes tengan la disposición de participar activamente en cada uno de los pasos a seguir teniendo en cuenta el producto final y los saberes a construir.

### 2.3. Justificación

Con desolación la actividad humana ha alterado la sostenibilidad de los ecosistemas intensificando la severa contaminación que actualmente el mundo soporta, donde las consecuencias se han dado a conocer y seguirán presentándose por lo menos hasta que se reduzca los niveles tóxicos que en la naturaleza están compactados (Gallopín, 2006). Para tal efecto, es fundamental vincular planes orientados al conocimiento de métodos caseros y su elaboración, conectando la reutilización de implementos que usualmente se encuentran en los hogares pero que por su desconociendo siguen siendo inservibles para un nuevo uso; por ello, el aprovechamiento de materiales del medio proporcionan nuevas alternativas de solución a las problemáticas medioambientales, mejorando desde la práctica misma la calidad de vida tanto de quienes aplican estos mecanismos como para las futuras generaciones, precisamente involucrando a la comunidad estudiantil en la construcción de experiencias para la vida es el propósito por el cual se responde a los retos transformadores en beneficio del entorno en que cada sujeto se encuentra.

Por lo anterior es importante estructurar minuciosamente una estrategia que englobe aspectos como la creatividad, innovación, pedagogía, didáctica e ingenio al momento de proponerse frente a la población implicada, resaltando las ventajas que se obtendrán con su desarrollo según la jerarquía de los contenidos a aprender y las competencias a lograr por cada aprendizaje construido y comprobado por la práctica. Todo ello, siguiendo un proceso con relación a la calidad educativa, donde los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) que preparan a los educandos hacia la formación profesional, dado que la sociedad requiere de talentos para enfrentar los desafíos de las múltiples circunstancias de la vida. Entorno a lo mencionado, depende en gran medida de que cada persona comprenda el futuro que se está aproximando, pues, la realidad incriminada por las acciones contaminantes del ser humano necesita un riguroso compromiso con el cuidado de los recursos naturales en especial el hídrico, aportando mejoras ante el daño ocasionado y reducción.

En este caso, orientar el proceso de enseñanza aprendizaje requiere de diferentes aspectos que garanticen un conocimiento significativo, donde las herramientas, metodologías y estrategias a implementar deben ser suficientemente enriquecedoras hacia el desarrollo de habilidades propulsoras de innovación y creatividad capaces de utilizar el mismo contexto en la generación de ideas que pretendan contrarrestar diversas problemáticas ocasionadas desde tiempos pasados y que en este presente globalizado requiere atención inmediata. Al respeto al involucrar una población estudiantil se proyecta a mejorar continuamente situaciones que dependen del actuar positivamente ante el entorno en que se vive, implantando parámetros constructores de conciencia dado que “La educación sí importa porque ayuda a garantizar la sostenibilidad ambiental. La educación ayuda a las personas a tomar decisiones para satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las próximas generaciones. La educación para el desarrollo



sostenible es fundamental para cambiar valores, actitudes y conductas” (UNESCO, 2010).

Un plan de educación ambiental cuyo objetivo está basado en el adecuado manejo de los recursos de la naturaleza, buenas prácticas ambientales para su protección y una participación integrada hacia el bien común, envuelve acciones de culturización e información ecoeficiente remitiendo a la idea de sostenibilidad aplicada al cuidado o respeto del entorno ambiental en su sentido amplio. Por dichas razones llevar a cabo una serie de actividades compuestas por lo pedagógico y ambiental garantiza el desarrollo de habilidades cooperativas, generando hábitos transformadores de los implicados en la preservación del recurso hídrico y aumentar los índices de protección del contexto natural, como producto de un trabajo en equipo que pretende gestionar a partir de un enfoque participativo la toma de decisiones que responsabiliza a todos aquellos que están directamente relacionados en satisfacer sus necesidades mediante el uso permanente. (Dublín, 1992).

Entonces, el docente es quien orienta la actividad escolar formando al estudiante con autonomía e idoneidad, diseñando estrategias enfocadas en un análisis detallado del contexto en el que se encuentran, cuestionando la realidad y aprovechándola a la vez para su quehacer diario, motivando constantemente por el querer aprender y descubrir los innumerables misterios de la naturaleza, comprensión de los acontecimientos actuales junto con los de a través de la historia, y complementándolo con la evolución cambiante que se ha venido presentando por acciones involucradas en el buen o mal manejo de los recursos naturales y su utilidad.

Como resultado de todo lo expuesto, la elaboración de una cartilla lúdico-pedagógica envolverá todas las temáticas desarrolladas sobre el recurso hídrico, concientizando a los educandos sobre el actuar que viven demostrando diariamente, la causa-efecto del mal aprovechamiento, la alteración del equilibrio ecológico y muchas más razones que deben ser eliminadas del comportamiento humano. De este modo comprender la gravedad de la situación que se está viviendo comprometerá a cada individuo a ser constructor ecológico encaminado a la puesta en práctica de la formación adquirida y sus conocimientos teóricos aprendidos a lo largo del proceso enseñanza-aprendizaje, al igual la contribución a lograr una interacción activa ante las necesidades presentes en el contexto. (Ronda, 2002).

#### 2.4. Planteamiento del Problema

A través de la historia diferentes acontecimientos se presentan como resultado de acciones y comportamientos que ante la naturaleza son desastrosos. La contaminación a nivel general cada vez aumenta incontrolablemente, las consecuencias se manifiestan sin importar los daños que pueden generarse a todo lo que está en el entorno y lo más preocupante es que el ser humano en busca de su beneficio individual no ha prestado atención a

a las alertas presentadas por los fenómenos ocurridos en los últimos tiempos, lo que ha acarreado que simplemente cada quien busque su comodidad sin importar el valor de conservar y proteger lo verdaderamente indispensable para la existencia humana que son los recursos naturales así como la probabilidad de vida para las futuras generaciones.

Uno de los recursos naturales indispensables para la vida de los seres vivos es el agua, presentándose un 70 % en todo el planeta, pero solo un 3% para consumo humano (agua dulce). Por esto, la preocupación está enfocada en los niveles alarmantes de contaminación a nivel mundial, implicando amenazas contra la vida del ser humano, el cambio climático, las catástrofes en muchas regiones y reduciendo su accesibilidad en el consumo; motivos por los que sus efectos negativos no han dado espera si no que siguen siendo tema tratado en la sociedad.

En este sentido, se evidencia en el Colegio Alberto Santos Buitrago sede E el Bosque, la falta de información y procesos que pueden llevarse a cabo para la protección del recurso hídrico, en primer lugar se encuentra que la incidencia de las lluvias es constante solo que se desconoce de algún sistema de captación para almacenarla y distribuirla de una forma benéfica, en segundo lugar, se encuentran algunas fuentes hídricas que abastecen la población estudiantil pero carecen de un mantenimiento periódico o lo más recurrente se quedan sin el servicio por tiempo indefinido por lo que su solución ante esta situación es que la misma comunidad transporte el agua en recipientes o vasijas para las necesidades de los niños y en tercer lugar, se carece de algún sistema de tratamiento o descontaminación del recurso lo que probablemente puede generar algún tipo de enfermedad gastrointestinal al personal que la consume.

Es entonces que se requiere la intervención en pro de la mejora permanente elaborando un plan de Educación Ambiental para el adecuado aprovechamiento del recurso hídrico, partiendo de análisis fisicoquímicos y microbiológicos como muestra del alto contenido de agentes contaminantes presentes en la única fuente de abastecimiento (aljibe) con que cuenta la población estudiantil. Además, esta situación se ha venido presentando desde hace mucho tiempo, pero no ha intervenido ninguna entidad que gestione la solución ante la necesidad que el establecimiento solicita con urgencia y que su afectación puede limitar el desarrollo eficiente de los niños que están en su formación escolar, así como a la misma comunidad que lo vivencia directamente en su contexto.

Al mismo tiempo el componente pedagógico es indispensable mencionarlo, dado que el interés de los educandos debe ser permanente por cada actividad a desarrollar, en este caso, el desempeño que se alcance en muchas ocasiones se relaciona con las estrategias aplicadas, por lo que deben ser suficientemente llamativas para captar la atención e incentivar el gusto por aprender. Por estas razones, la implementación de una estrategia relacionada con un plan de educación ambiental propone la interacción activa de los estudiantes con su proceso de formación, donde el trabajo en equipo resulta del

querer comprobar los conocimientos que se construyen a través de la práctica y el descubrimiento que caracteriza el aprendizaje significativo.

### 2.4.1. Pregunta problema

¿Cómo diseñar e implementar un plan de educación ambiental como estrategia innovadora y lúdico pedagógica en el aprovechamiento del recurso hídrico en el Colegio Alberto Santos Buitrago sede E el Bosque?

### 2.4.2. Hipótesis

La implementación de un plan de educación ambiental permite el aprovechamiento del recurso hídrico como estrategia innovadora y lúdico pedagógico, culturizando sobre el uso racional y los beneficios o perjuicios que pueden producirse según el actuar del ser humano al momento de adquirirla para sus necesidades.

## 2.5. Objetivos

### 2.5.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un plan de educación ambiental como estrategia innovadora y lúdico pedagógica en el aprovechamiento del recurso hídrico en el Colegio Alberto Santos Buitrago sede E el Bosque.

### 2.5.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones iniciales ambientales, fisicoquímicas, microbiológicas respecto al manejo, almacenamiento y uso del recurso hídrico que proveen la comunidad.
- Determinar los aspectos generales del contexto pedagógico para el trabajo con la comunidad educativa.
- Diseñar e implementar el plan de educación ambiental a partir de talleres pedagógicos en la culturización del cuidado y aprovechamiento de las fuentes hídricas.
- Evaluar el Plan de Educación Ambiental de acuerdo a los resultados obtenidos.

## 2.6. Estado del Arte

El uso racional del agua es un tema que ante muchos proyectos ha sido abordado debido a su importancia como elemento indispensable en el desarrollo humano. Es por ello que se toman como referentes los siguientes estudios, por el producto obtenido y entrega de un trabajo permanente:

Educación Ambiental, estrategia en la Enseñanza de Contaminación en Fuentes Hídricas. Proyecto que tenía como objetivo establecer la participación del docente y los estudiantes entorno a la problemática de contaminación de fuentes hídricas próximas al colegio, la cual se realizó con estudiantes que cursaron grado 10° y 11° en la especialidad de manejo del recurso hídrico, se

encontró un gran aporte actitudinal, donde se observaron signos de transformación del sujeto; que desde su sentir manifiesta el impacto emocional a través de sus propias creaciones, videos, relatos, registro fotográficos, socializaciones, discusiones, etc. A lo cual se pudo concluir que la apertura mental y actitudinal de docentes y estudiantes conllevan a incursionar en nuevas propuestas pedagógicas. (Pérez, 2011).

Tendencias Actitudinales del Profesorado en Formación hacia una educación ambiental transformadora. El objetivo de este era obtener las tendencias actitudinales de un grupo de profesorado en formación inicial en España donde se tomaron 889 profesores de los cuales el 83,4% eran mujeres y el 16,6% hombres, estos pertenecientes en un 53,6% a educación primaria y 4,8% de educación infantil, después de relacionar las actitudes frente a la problemática socio-ambiental y hacia una educación ambiental transformadora encontraron la existencia de actitudes acríicas y conformistas, con lo cual concluyeron que el profesorado en formación no está preparado para afrontar los retos de la sostenibilidad. (Pérez, 2017).

Reglas Proambientales, una Alternativa para Disminuir la Brecha entre el decir-hacer en la Educación Ambiental. El objetivo de este era realizar una revisión sistemática sobre la literatura disponible alrededor del estudio de las actitudes ambientales en donde se ponga en evidencia la inconsistencia en los resultados de este enfoque para generar cambios duraderos en el comportamiento de las personas. Se pudo encontrar que es necesaria una alternativa un cambio en la orientación de la investigación y la práctica educativa ambiental a partir de la regulación verbal y en particular del seguimiento de las reglas proambientales para reducir la brecha entre lo que se dice y lo que se hace en pro de la resolución de problemas vinculados al medio ambiente. (Páramo, 2017).

Educación Ambiental, estrategia en la Enseñanza de Contaminación en Fuentes Hídricas, éste tenía como objetivo establecer la participación del docente y los estudiantes entorno a la problemática de contaminación de fuentes hídricas próximas al colegio, la cual se realizó con estudiantes que cursaron grado 10° y 11° en la especialidad de manejo del recurso hídrico, se encontró un gran aporte actitudinal, donde se observaron signos de transformación del sujeto; que desde su sentir manifiesta el impacto emocional a través de sus propias creaciones, videos, relatos, registro fotográficos, socializaciones, discusiones, etc. A lo cual se pudo concluir que la apertura mental y actitudinal de docentes y estudiantes conllevan a incursionar en nuevas propuestas pedagógicas. (Pérez, 2011).

La Educación Ambiental en las Instituciones de Educación Superior Públicas Acreditas en Colombia. Tuvo como objetivo de establecer cuáles son los mecanismos y las estrategias que utilizan para desarrollarla, la manera como la conciben y la introducen a su filosofía institucional y las problemáticas que abordan, encontraron que las universidades utilizan diversos medios de difusión de información, claro está, teniendo en cuenta las características de la población destinataria. A lo cual concluyeron que las instituciones de educación superior encuestadas implementan la educación ambiental como un proceso que tiene como fin prevenir y solucionar varios de los daños ambientales, por cuanto produce un cambio en las prácticas cotidianas de los sujetos que los lleva a generar acciones responsables y sustentables con el ambiente. (Verdugo, 2017).

La educación ambiental para el manejo adecuado y racional del recurso hídrico cuyo objetivo se centraba en un proceso educativo-participativo con la identificación de valores y conocimientos sobre el manejo del recurso del agua, llevando a cabo una serie de actividades a partir de un plan de acción educativo donde se planteaba un objetivo de acuerdo al tema, aplicación de una estrategia metodológica, recursos utilizados y finalmente la evaluación. De esta forma se obtuvieron avances y mejoras relacionadas con el uso adecuado del agua y las actitudes positivas que demuestran la participación de la comunidad educativa al generar conciencia de las consecuencias que pueden acarrear la destrucción de tan valioso elemento para la vida del ser humano. (Díaz, 2000).

### 2.6.1. Fundamentos Epistemológicos

Para (Retortillo, 1993) “la administración del agua debe estar en pro del objetivo de cuidado y conservación del recurso: el valorar la demanda de los recursos a partir de constatar las necesidades efectivas y reales; fijar los caudales disponibles para evitar que se llegue a situaciones deficitarias; así como la recuperación de aguas residuales (dentro de unos costos razonables) y la implementación de una política de ahorro del agua”. De ahí la importancia de crear una cultura capaz de concientizar a la sociedad en general de acuerdo al uso adecuado y moderado del agua, las necesidades que supe junto con la disponibilidad con que se cuenta para adquirirla distribuyéndola equitativamente según el desarrollo sostenible de la persona.

Las acciones con relación al surgimiento de nuevos paradigmas en la selección y aprovechamiento de los recursos quizás contribuya a una transformación de las costumbres que han limitado la calidad de vida mejorada pues el equilibrio solo es posible si hay claridad en los conceptos de aprovechamiento, distribución y consumo en dichos recursos (Batllori, 2008). Respecto a ello crear espacios participativos conlleva a reconocer los diferentes factores que en consecuencia han afectado el recurso hídrico, pero también plantear métodos autoconstructivos, cooperando en la solución de problemáticas vivenciadas en el contexto en que se encuentran.

Con respecto al autor (Picardo Joao, 2004) Una estrategia pedagógica es un sistema de acciones que se realizan con un ordenamiento lógico y coherente en función del cumplimiento de objetivos educacionales. Es decir, constituye cualquier método o actividad planificada que mejore el aprendizaje profesional y facilite el crecimiento personal del estudiante. En este caso el sector educativo precisamente se enmarca en implementar metodologías en el proceso formativo, partiendo del desarrollo de competencias y destrezas motivadoras en el aprendizaje, así como, la puesta en práctica de los conocimientos construidos en las situaciones del diario vivir.

La Revista Pedagógica Universitaria (González y Zumalacárregui, 2006) expresa que: “Es fundamental que la educación ambiental no sea solamente transmisora de los conocimientos ambientales sino debe ser transformadora de esos conocimientos en actitudes y en comportamientos, es decir, en valores, esto lo deben comprender e interiorizar los maestros quienes desarrollan la

formación ambiental en su actividad educativa con los estudiantes, ya que de lo contrario el esfuerzo que realicen será en vano.” Por lo anterior, el entorno natural en que cada sujeto se encuentra es uno de los factores propulsores de experiencias significativas, puesto que, la comprobación de los saberes asimilados se da a partir del producto vivenciado y caracterizado por la participación académica.

### 2.6.2. Fundamento Normativo (Legal)

A continuación se aborda algunos referentes de tipo legal, que hicieron parte del proceso de la investigación.

#### **Constitución Política De Colombia: Ley 373 de 1997**

**ARTICULO 1o. Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.** Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

**ARTICULO 2o. Contenido del programa de uso eficiente y ahorro del agua.** El programa de uso eficiente y ahorro de agua, será quinquenal y deberá estar basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, y contener las metas anuales de reducción de pérdidas, las campañas educativas a la comunidad, la utilización de aguas superficiales, lluvias y subterráneas, los incentivos y otros aspectos que definan las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, las entidades prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, las que manejen proyectos de riego y drenaje, las hidroeléctricas y demás usuarios del recurso, que se consideren convenientes para el cumplimiento del programa.

**ARTICULO 3o. Elaboración y presentación del programa.** Cada entidad encargada de prestar los servicios de acueducto, alcantarillado, de riego y drenaje, de producción hidroeléctrica, y los demás usuarios del recurso hídrico presentarán para aprobación de las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua. Estas autoridades ambientales deberán elaborar y presentar al Ministerio del Medio Ambiente un resumen ejecutivo para su información, seguimiento y control, dentro de los seis meses siguientes contados a partir de la aprobación del programa.

**ARTICULO 5o. Reúso obligatorio del agua.** Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socioeconómico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua.

**ARTICULO 6o. De los medidores de consumo.** Todas las entidades que presten el servicio de acueducto y riego, y demás usuarios que determine la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental competente, disponen de un plazo de un año contado a partir de la vigencia de la presente ley, para adelantar un programa orientado a instalar medidores de consumo a todos los usuarios, con el fin de cumplir con lo ordenado por el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 y el artículo 146 de la Ley 142 de 1994. La Comisión de Regulación de Agua Potable y las autoridades ambientales podrán exonerar de esta obligación a las empresas cuyos usuarios no superen en promedio el consumo mínimo o básico por ellas establecido, según sus respectivas competencias legales.

**ARTICULO 7o. Consumos básicos y máximos.** Es deber de la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico de las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales, de acuerdo con sus competencias, establecer consumos básicos en función de los usos del agua, desincentivar los consumos máximos de cada usuario y establecer los procedimientos, las tarifas y las medidas a tomar para aquellos consumidores que sobrepasen el consumo máximo fijado.

**ARTICULO 8o. Incentivos tarifarios.** La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico definirá una estructura tarifaria que incentive el uso eficiente y de ahorro del agua, y desestime su uso irracional. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, vigilará el cumplimiento de lo establecido por la Comisión. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales definirán los mecanismos que incentiven el uso eficiente y ahorro del agua, y desestimulen su uso ineficiente.

**ARTICULO 9o. De los nuevos proyectos.** Las entidades públicas encargadas de otorgar licencias o permisos para adelantar cualquier clase de proyecto que consuma agua deberán exigir que se incluya en el estudio de fuentes de abastecimiento, la oferta de aguas lluvias y que se implante su uso si es técnica y económicamente viable.

**ARTICULO 10. De los estudios hidrogeológicos.** Para definir la viabilidad del otorgamiento de las concesiones de aguas subterráneas, las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales realizarán los estudios hidrogeológicos, y adelantarán las acciones de protección de las correspondientes zonas de recarga. Los anteriores estudios serán realizados, con el apoyo técnico y científico del IDEAM e INGEOMINAS.

**ARTICULO 11. Actualización de información.** A partir de la vigencia de la presente ley, todas las entidades usuarias del recurso hídrico dispondrán de un término no mayor de seis meses para enviar la siguiente información: a) Nombre de la entidad usuaria, ubicación geográfica y política donde presta el servicio; b) Nombre, ubicación geográfica y tipo de la fuente o fuentes donde captan las aguas; c) Nombre, ubicación geográfica y tipo de la fuente o fuentes receptoras de los afluentes; d) Caudal promedio diario anual en litros por segundo de la fuente de captación y de la fuente receptora de los efluentes; e) Caudal promedio diario anual captado por la entidad usuaria; f) Número de usuarios del sistema; g) Caudal consumido por los usuarios del sistema; h) Porcentaje en litros por segundo de las pérdidas del sistema; i) Calidad del agua de la fuente abastecedora, de los efluentes y de la fuente receptora de éstos, clase de tratamientos requeridos y el sistema y la frecuencia del monitoreo; j) Proyección anual de la tasa de crecimiento de la demanda del recurso hídrico según usos; k) Caudal promedio diario en litros por segundo, en épocas secas y de lluvia, en las fuentes de abastecimiento y en las receptoras de los efluentes; l) Programas de protección y conservación de las fuentes hídricas; m) Fuentes probables de abastecimiento y de vertimiento de efluentes que se dispongan para futuras expansiones de la demanda.

**ARTICULO 13. Programas docentes.** De conformidad con lo establecido en el numeral 9o., del artículo 5o., de la Ley 99 de 1993 el Ministerio del Medio Ambiente conjuntamente con el Ministerio de Educación Nacional adoptarán los planes y programas docentes y adecuarán el pènsum en los niveles primario y secundario de educación incluyendo temas referidos al uso racional y eficiente del agua. .

**ARTICULO 15. Tecnología de bajo consumo de agua.** Los ministerios responsables de los sectores que utilizan el recurso hídrico reglamentarán en un plazo máximo de seis (6) meses la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua para ser utilizados por los usuarios del recurso y para el reemplazo gradual de equipos e implementos de alto consumo.

**ARTICULO 16. Protección de zonas de manejo especial.** En la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos o protegidos con carácter prioritario por las autoridades ambientales, entidades territoriales y entidades administrativas de la jurisdicción correspondiente, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales, para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación.

**ARTICULO 17. Sanciones.** Las entidades ambientales dentro de su correspondiente jurisdicción en ejercicio de las facultades policivas otorgadas por el artículo 83 de la ley 99 de 1993, aplicarán las sanciones establecidas por el artículo 85 de esta ley, a las entidades encargadas de prestar el servicio de acueducto y a los usuarios que desperdicien el agua, a los gerentes o directores o representantes legales se les aplicarán las sanciones disciplinarias establecidas en la Ley 200 de 1995 y en sus decretos reglamentarios.



**ARTICULO 18. VIGENCIA.** La presente ley rige a partir de la fecha de su expedición y deroga todas las demás normas que le sean contrarias.

### **Ley 99 de 1993, Ley del medio ambiente**

**ARTÍCULO 43:** Tasas por Utilización de Aguas. La utilización de aguas por personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dará lugar al cobro de tasas fijadas por el Gobierno Nacional que se destinarán al pago de los gastos de protección y renovación de los recursos hídricos, para los fines establecidos por el artículo 159 del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974. El Gobierno Nacional calculará y establecerá las tasas a que haya lugar por el uso de las aguas.

**Parágrafo:** Todo proyecto que involucre en su ejecución el uso del agua, tomada directamente de fuentes naturales, bien sea para consumo humano, recreación, riego o cualquier otra actividad industrial o agropecuaria, deberá destinar no menos de un 1% del total de la inversión para la recuperación, preservación y vigilancia de la cuenca hidrográfica que alimenta la respectiva fuente hídrica. El propietario del proyecto deberá invertir este 1% en las obras y acciones de recuperación, preservación y conservación de la cuenca que se determinen en la licencia ambiental del proyecto.

### **Constitución política**

**ARTÍCULO 79.** Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

**ARTÍCULO 80.** El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

## **2.7. Fundamentación Metodológica**

### **2.7.1. Variables**

Para plantear las posibles hipótesis que puedan surgir, se determinan a partir de unas variables las cuales permitirán observar y medir los resultados esperados, dentro de ellas se encontró variables de tipo independiente y dependiente.

Dentro de la variable independiente la cual hace referencia de suponer ser la causa del fenómeno estudiado, se encuentra el recurso hídrico siendo esta la razón por lo que la comunidad educativa abastece sus necesidades y su utilización ante las labores realizadas, pero también el desaprovechamiento o uso racional que necesariamente debe evidenciarse para la conservación y protección de tan importante recurso.

Respecto a la variable dependiente la cual sufre cambios por parte de la variable independiente, que en este se relaciona directamente con el desaprovechamiento de un recurso natural vital para la supervivencia de los seres vivos conlleva a sensibilizar y culturizar sobre la importancia de tan valiosa fuente de vida permitiendo su conservación.

Tipo	Variable	Indicador	Tipo/Fuente de información
Dependiente	Desempeño académico.	Promedio académico del estudiante Nota obtenida en las asignaturas Desviación estándar.	Comunidad estudiantil.
Independiente	Calidad de Agua analizada.	Numero de muestras tomadas durante el desarrollo de la Investigación.	En el lugar de la Investigación, muestras o pruebas en situ.

Tabla 1: Matriz Operacional  
Fuente: Elaboración propia

### 2.7.2. Naturaleza del proyecto:

La presente investigación se desarrolla con un enfoque mixto el cual involucra “un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema” (Hernández, Fernández & Baptista 2010, p 588). En este caso, se hace referencia al estudio de la realidad en su contexto natural describiendo cada aspecto implicado y detallando la situación problemática de acuerdo con los patrones de comportamiento presentados. Así mismo, se basa en un método inductivo que parte de hechos particulares para llegar a un concepto general, ordenándolos secuencialmente a partir de los resultados que se obtenidos en el transcurso de la investigación.

En relación con lo presentado anteriormente la metodología cualitativa es basada en principios teóricos, es decir, busca interpretar y dar sentido a los aspectos característicos del tema estudiado, sus principales herramientas de recolección de datos son: la entrevista, textos históricos, experiencias personales y la observación. Además, este método permite recolectar información que no puede ser plasmada en cifras.

De la misma forma la investigación es de tipo descriptivo como medio para, especificar las propiedades, las características, los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetivos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Su paradigma está enmarcado en el socio crítico, orientado a la transformación de la realidad, la cual determinará la validez de los resultados a alcanzar.

Y por último su diseño se relaciona directamente con la investigación acción buscando resolver problemas cotidianos por medio de decisiones que aporten información para seguir avanzando productivamente y alcanzar resultados satisfactorios.

### 2.7.3. Diseño e instrumentos.

Corresponde a una teoría fundamentada que utiliza un procedimiento sistemático cualitativo que busque generar un fundamento teórico que explique en un nivel conceptual una acción, una interacción o un área específica

OBJETIVO	TECNICAS E INSTRUMENTOS	RESULTADOS ESPERADOS
Diagnosticar el estado actual y las condiciones iniciales ambientales, fisicoquímicas, microbiológicas respecto al uso del recurso hídrico que proveen la comunidad.	Visita a la zona de estudio, para tomar muestras y analizarlas según los factores incidentes en la fuente hídrica.  Observación directa de la infraestructura con que cuenta la institución para el abastecimiento del recurso hídrico.	Se identifican aspectos relacionados con las características aptas para el consumo del recurso hídrico y posibles alternativas que contrarresten dicha situación.
Identificar los aspectos generales del contexto pedagógico para el trabajo con la comunidad educativa.	Entrevista informal con la docente líder de la población escolar.  Observación directa del establecimiento educativo y los recursos pedagógicos con que se cuenta.	Se reconoce la metodología de escuela nueva, la población actual y los recursos que el colegio posee para el desarrollo académico.
Diseñar e implementar el plan de educación ambiental a partir del uso racional del recurso hídrico.	Elaboración y aplicación de talleres pedagógicos referentes al recurso hídrico y sensibilización para el cuidado en su preservación.  Jornada de campo para la realización de pluviómetros caseros y su ubicación para la toma de datos.	Sensibilización por parte de los educandos de acuerdo a los talleres aplicados y elaboración de pluviómetros según la situación problemática del recurso hídrico
Evaluar el Plan de Educación Ambiental de acuerdo a los resultados obtenidos.	Análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos por etapas de muestreo para reconocer la afectación directa del consumo del recurso hídrico  Construcción de una estrategia pedagógica a partir de los contenidos abordados (cartilla).	Elaboración de la estrategia pedagógica como producto del desarrollo del plan de educación ambiental y los contenidos relacionados con el recurso hídrico.

Tabla 2: Proceso metodológico

Fuente: Elaboración propia.

## 2.8. Resultados Y Discusión

Una vez concluidas las etapas de colección y procesamiento de datos se inician con una de las más importantes fases de una investigación: el análisis de datos. Este análisis de datos es el precedente para la actividad de interpretación.

### Análisis General Primera Etapa (Visita de Campo).

Institución Educativa: Colegio Alberto Santos Buitrago sede E “El Bosque”

En las instalaciones educativas de la sede El Bosque, se localiza a 9.5 kilómetros del casco urbano del municipio del Socorro tomando la vía que comunica el casco urbano con la planta de tratamiento de agua potable, vía que comunica a el municipio del Socorro con el municipio del Páramo. Las coordenadas de un cuadrante del predio son:

Norte: 1'205.624

Este: 1'098.687



Y se encuentra a una altura de 1755 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) La sede del colegio tiene una capacidad de 31 estudiantes en única jornada de 7:00 AM a 1:00 PM, además cuenta con una (1) docentes.

El propósito de visita de campo, fue la observación de las instalaciones del colegio Alberto Santos Buitrago, sede “El Bosque”. El edificio tiene un área de 400 m<sup>2</sup>, con una pequeña edificación la cubierta es en asbesto cemento.

El área total del predio es de 2 hectáreas.



Ilustración 1: Localización de la sede El Bosque  
Fuente: Elaboración propia

El edificio de la sede el Bosque consta de un edificio de una (1) planta, con tres (3) aulas de clases, y sala de informática, las instalaciones cuentan con una batería sanitaria, dividido de niños y niñas. Y compartido por las docentes presentes en la institución educativa. Todas las cubiertas del plantel educativo están a dos aguas, es decir una pendiente hacia la parte frontal y parte posterior del plantel educativo. Además, son de asbesto cemento, las cubiertas no cuentan con canales recolectores de aguas lluvias.



*Ilustración 2: Registro fotográfico de Sede E, el Bosque. Cubierta de la escuela. Estado actual del frente de la escuela. Zona verde.*  
Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 3: Registro fotográfico de Sede E, el Bosque. Cubierta de la escuela. Estado actual de la escuela.*  
Fuente: Autor



*Ilustración 4: Registro fotográfico de Sede E, el Bosque. La batería sanitaria se localiza en la parte posterior del plantel educativo y se divide de niños y niñas y el baño de la docente se encuentra al interior del edificio de la biblioteca.*  
Fuente: Autor

El sistema del cual se abastece de agua las instalaciones del colegio se localiza en el municipio del Páramo y por medio de un aljibe, del cual ninguno de estos dos sistemas de abastecimiento el agua no cuenta con ningún tipo de tratamiento de agua potable.

Los almacenamientos de agua en las instalaciones del colegio se realizan en dos (2) tanques de almacenamiento de capacidad de 2.000 (litros).



*Ilustración 5: Registro fotográfico de Sede E, el Bosque.  
Fuente: Elaboración propia*

### Visita de campo N° 2

Esta visita fue realizada por la directora del proyecto por parte de la UNILIBRE y las estudiantes Silvia Estela Gómez y Sindy Paola Castro, además de otros integrantes del Semillero SIEGEA: quienes desde el área de investigación aplicada determinaron la calidad del agua de las sedes del colegio mediante la toma de muestras in situ y análisis en laboratorio físico, químico y microbiológico.

- **Resultados Preliminares de los Análisis Físicoquímicos del agua proveniente del Aljibe. En Situ (Multiparámetros)**

Muestra Parámetros	Sede E El Bosque		
	Valor M1	Valor M2	Unidad
pH	7.02	7.73	-
Temperatura	21.8	21.7	°C
Conductividad	150.8	230	µs/cm
Sólidos disueltos totales	53.4	94.4	PPM
Color	Claro con sólidos suspendidos	Cristalino aparentemente	-
Olor	Normal	Normal	-

*Tabla 3: Análisis in situ Sede E El Bosque  
Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a los resultados obtenidos de las muestras tomadas en Situ, de las instalaciones del Colegio y según la resolución 2115 de 2015: **En su Artículo 3°.- CONDUCTIVIDAD** establece que el valor máximo aceptable es hasta 1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , para la muestra de agua número 1 se encontró un valor de 150,9  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y para la muestra número 2 230  $\mu\text{s}/\text{cm}$  por lo cual se puede afirmar que el agua cumple con el parámetro de conductividad. **En su Artículo 4°.- POTENCIAL DE HIDRÓGENO** establece que el valor de pH del agua para consumo humano, deberá estar comprendido entre 6,5 y 9,0, para la muestra número 1 se encontró un valor de 7,02 y para la muestra número 2 7,73 por lo cual se puede afirmar que el agua cumple con el parámetro de pH. Lo que considera que según estos resultados el agua que se almacena en los tanques ubicados en la institución educativa es apta para uso del ser humano, sin embargo, se recomienda realizar los análisis respectivos frente a los coliformes, dado que este parámetro no es medido con el instrumento. Y que es importante los resultados de esta prueba, dado que ello permitirá considerar la posibilidad de usar el agua para la preparación de alimentos.

Muestra Parámetros	Sede E Bosque (1)			Sede E Bosque (2)		
	Valor M1	Valor M2	Unidad -	Valor M3	Valor M4	Unidad -
Alcalinidad	19.26	26.75	mg/lCaCo3	21.4	21.5	mg/lCaCo3
Dureza Total	47.38	43.26	mg/lCaCo3	30.9	30.9	mg/lCaCo3
Dureza Cálcica	55.62	57.68	mg/lCaCo3	49.44	49.44	mg/lCaCo3
Solidos volátiles totales	0.2	0.2	mg/l	0.2	0.2	mg/l
Solidos fijos totales	0.1	0	mg/l	0	0	mg/l
Solidos Totales	0.3	0.2	mg/l	0.2	0.2	mg/l
Coliformes Fecales	3	-	UFC/100 ml	-	12	UFC/100 ml
Coliformes totales	1718.5	-	UFC/100 ml	-	1732	UFC/100 ml
Mesófilos	1175	-	UFC/100 ml	-	1410	UFC/100 ml

Tabla 4: Análisis físico químico y microbiológico Resultados Pruebas de Laboratorio de Aguas

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos por Laboratorio de Aguas Universidad Libre.

Según la resolución 2115 de 2015: **En su Artículo 7°.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS QUE TIENEN CONSECUENCIAS ECONÓMICAS E INDIRECTAS SOBRE LA SALUD HUMANA** establece que la alcalinidad total para agua potable podrá tener un valor máximo aceptable de 200mg/L  $\text{CaCO}_3$ , se encontró para la muestra 1 que tiene 19,26mg/L  $\text{CaCO}_3$ , muestra 2 tiene 26,75mg/L  $\text{CaCO}_3$ , muestra 3 tiene 21,4 mg/L  $\text{CaCO}_3$  y la muestra 4 tiene 21,5 mg/L  $\text{CaCO}_3$  por lo tanto podemos establecer que el agua cumple con el parámetro de alcalinidad.

La dureza total para agua potable podrá tener un valor máximo aceptable de 300mg/L  $\text{CaCO}_3$ , se encontró para la muestra 1 que tiene 47,38mg/L  $\text{CaCO}_3$ , muestra 2 tiene 43,26mg/L  $\text{CaCO}_3$ , muestra 3 tiene 30,9 mg/L  $\text{CaCO}_3$  y la muestra 4 tiene 30,9 mg/L  $\text{CaCO}_3$  por lo tanto podemos establecer que el agua cumple con el parámetro de dureza total.

En su Artículo 11°. **CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS** establece que la cantidad de coliformes totales presentes debe ser de 0 UFC/100cm<sup>3</sup>, se encontró para la muestra 1 1718,5 UFC/100ml y la muestra 4 1732 UFC/100ml por lo tanto podemos establecer que el agua no cumple con los parámetros microbiológicos.

En el párrafo 1 del artículo antes mencionado establece como prueba complementaria la determinación de microorganismos mesofílicos, cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC/100cm<sup>3</sup>, se encontró para la muestra 1 1175 UFC/100ml y para la muestra 4 1410 UFC/100ml por lo tanto podemos ratificar que el agua no cumple con los parámetros microbiológicos.

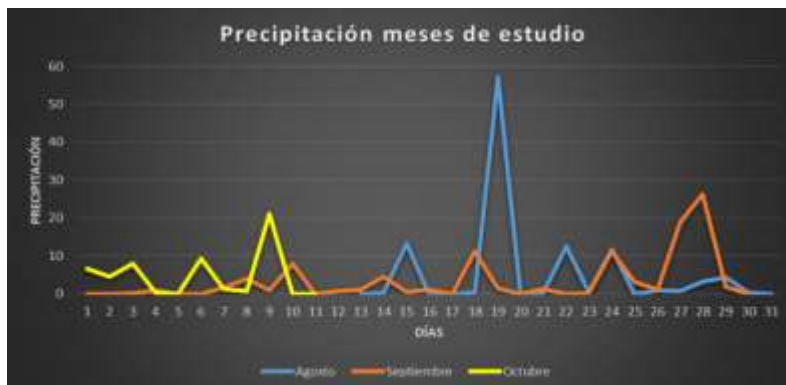
De acuerdo a los parámetros analizados, el agua del Colegio Alberto Santos Buitrago Sede E “El Bosque” no cumple con los valores máximos aceptables descritos en la resolución 2115 de 2015 en su artículo 11 de características microbiológicas, por lo cual el agua no es apta para consumo y puede causar efectos nocivos para la salud humana.

### Visita de campo N° 3

Esta visita se realizó con el fin de identificar el proceso de recolección de información de los pluviómetros caseros instalados en la sede del Colegio Alberto Santos Buitrago, así mismo solicitud y almacenamiento de la información.

Los pluviómetros fueron construidos e instalados en la Institución educativa Colegio Alberto Santos Buitrago Sede E el Bosque del Socorro Santander, se recolectaron datos desde el 12 de agosto hasta el 11 de octubre de 2017.

La toma de datos se realizó diariamente en colaboración de los docentes de la institución educativa y algunos padres de familia que tenían acceso los fines de semana y fechas festivas. Se obtuvo un total de precipitación en los 60 días de estudio de 255,6 mm o su equivalente a 255,6 Litros/ m<sup>2</sup>.



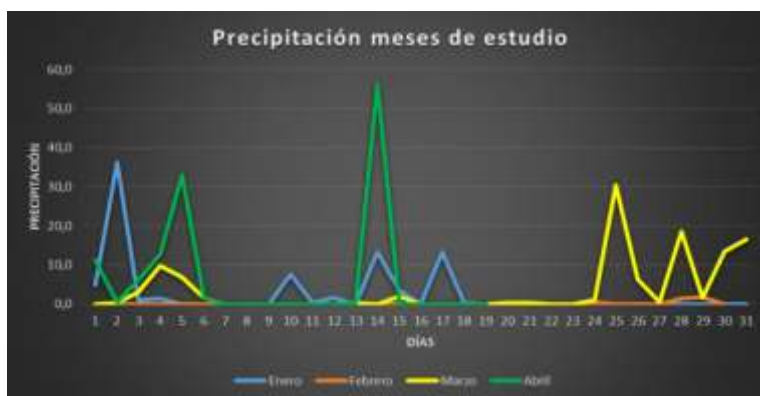
Gráfica 1: Precipitaciones Agosto a octubre de 2017. Fuente: Elaboración propia



En base a la información recolectada se logra identificar que, aunque en el mes de agosto solo se recolectó información de 19 días fue el mes que presentó mayor precipitación, aseverando la tendencia del país de presentar una bimodalidad en temporadas de lluvias dando inicio en agosto y culminando a finales de octubre.

La toma de datos se realizó diariamente en colaboración de los docentes de la institución educativa y algunos padres de familia que tenían acceso los fines de semana y fechas festivas.

Se obtuvo un total de precipitación en los 109 días de estudio de 318,8 mm o su equivalente a 318,8 Litros/ m<sup>2</sup>.



Gráfica 2: Precipitaciones Agosto a octubre de 2017

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia la presencia de las lluvias en los meses de marzo y abril con precipitaciones mensuales superiores a los 100 mm de precipitación.

### Análisis Estadístico General - Segunda Etapa: Contexto Pedagógico

Por otra parte, desde el Contexto pedagógico se llevaron a cabo la aplicación de 4 talleres en las instituciones del Colegio Alberto Santos Buitrago sede E y con la totalidad de sus estudiantes de básica primaria en cada una (metodología escuela nueva). En el cual la intención de la aplicación de los temas abordados estaba relacionada con el uso racional del agua y las condiciones actuales que la institución manejaba.

Así mismo para dar validez al instrumento de recolección de información, se recurre al manejo de convenciones como mecanismo en representación de las competencias alcanzadas dándoles una valoración cualitativa representada de la siguiente forma:

Sigla	Significado	Concepto
AB	Argumenta Bien	El estudiante que a partir de su conocimiento y de la reflexión del material entregado, establece relaciones argumentando con claridad los distintos cuestionamientos propuestos en las diferentes actividades.
NA	No Argumenta	El estudiante que no evidencia argumentación alguna (espacio en blanco)
FA	Falta Argumentar	El estudiante que podía inferir una respuesta acertada, pero no establecía una argumentación lógica (significados independientes sin relación entre ellos).
AM	Argumenta Mal	El estudiante que da una respuesta que no obedece a ningún estándar o no presenta argumentación (sin relación de significados).

Tabla 6: Tabla de Convenciones

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los contenidos tratados:

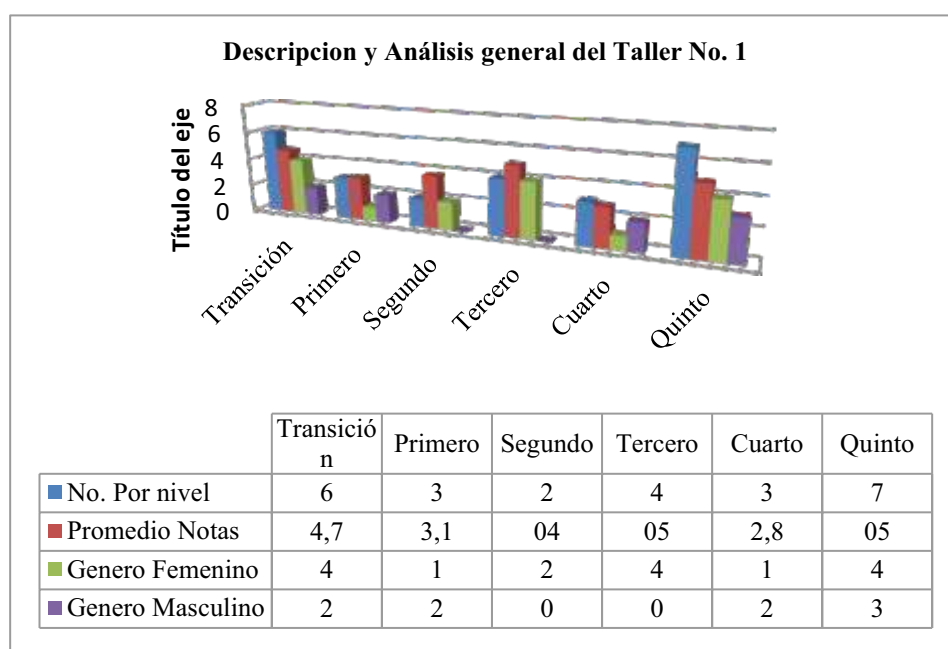
### Plantilla Taller Pedagógico No. 1

ÁREA:	Ciencias Naturales Y Educación Ambiental
TEMA:	<u>Entorno Vivo:</u> El Agua, generalidades
Deberes Básicos de Aprendizaje	<p><b>Primero:</b> Propone acciones de cuidado a plantas y animales, teniendo en cuenta características como tipo de alimentación, ciclos de vida y relación con el entorno.</p> <p><b>Segundo:</b> Establece relaciones entre las características de los seres vivos y el ambiente donde habitan.</p> <p><b>Tercero:</b> Interpreta el ecosistema de su región describiendo relaciones entre factores bióticos (plantas y animales) y abióticos (luz, agua, temperatura, suelo y aire).</p> <p><b>Cuarto:</b> Diferencia tipos de ecosistemas (terrestres y acuáticos) correspondientes a distintas ubicaciones geográficas, para establecer sus principales características.</p> <p><b>Quinto:</b> Asocia el cuidado de sus sistemas con una alimentación e higiene adecuadas.</p>
Desarrollo de la Actividad	A través de una serie de actividades lúdicas los estudiantes junto con sus pres saberes y vivencias propias, relacionaron los aspectos referentes al agua, las fuentes hídricas encontradas en la comunidad, los cuidados para preservar y aprovechar de forma racional el agua ya que es un recurso necesario para las diferentes actividades desarrolladas por el hombre.

El taller No. 1, se enfocó en reconocer las características de las fuentes hídricas, agentes contaminantes, amenazas antrópicas, uso, importancia y demás aspectos para el aprovechamiento y uso racional del recurso hídrico. Luego de desarrollado el ejercicio de la clase, se obtuvieron los siguientes resultados enmarcados en la información que a continuación se presenta.

	Niveles	No. Por nivel	Promedio Notas	Genero	
				Femenino	Masculino
0	Transición	6	4,7	4	2
1	Primero	3	3,1	1	2
2	Segundo	2	3,8	2	0
3	Tercero	4	5,0	4	0
4	Cuarto	3	2,8	1	2
5	Quinto	7	4,9	4	3
	Total	25	4,04	16	9

Tabla 5: Descripción y análisis general de Taller N° 1  
Fuente: Elaboración propia

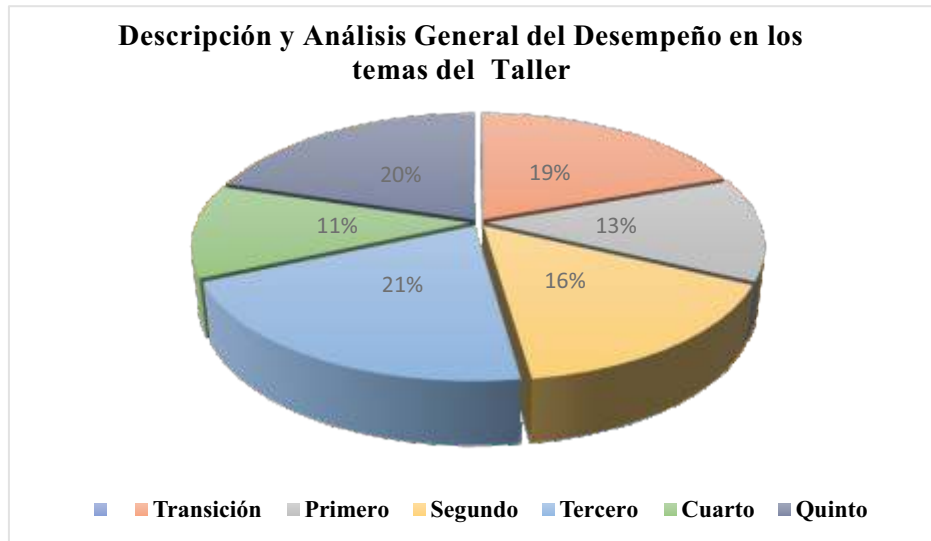


Gráfica 3: Análisis General Estadístico Taller N° 1  
Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la gráfica anterior, que corresponde al primer taller aplicado sobre el tema de generalidades del agua en los diferentes grados de básica primaria, en donde 16 de los estudiantes son niñas y 9 de ellos niños, para un total de 25 estudiantes agrupados en los niveles de transición con 6 estudiantes (2 niños y 4 niñas), primero con 3 estudiantes (1 niña y 2 niños), segundo con 2 estudiantes (2 niñas), tercero con 4 estudiantes (4 niñas), cuarto con 3 estudiantes (1 niña y 2 niños) y quinto con 7 estudiantes (4 niñas y 3 niños).

En referencia a los DBA (Derechos Básicos de Aprendizaje) se evidencia que la competencia en los estudiantes para ese grado no da cuenta del proceso que deberían tener en dicha edad para alcanzar los aprendizajes. Lo anterior teniendo en cuenta que los promedios de las valoraciones de los talleres permiten validar la falta de comprensión que cada los estudiantes presentan por nivel de escolaridad.

Lo anterior indica que, según los datos obtenidos de la aplicación del taller, al menos más del 80% de los estudiantes frente al taller relacionan los aspectos referentes al agua, las fuentes hídricas encontradas en la comunidad, los cuidados para preservar y aprovechar de forma racional el agua ya que es un recurso necesario para las diferentes actividades desarrolladas por el hombre.



*Grafica No. 4. Descripción y análisis general del desempeño*  
*Fuente: Elaboración propia*

Respecto al promedio de valoraciones obtenidos desde la aplicación de los talleres en los diferentes niveles académicos, se evidencia que el 21% correspondiente al nivel de transición; en donde se encuentra que los estudiantes relacionan conceptos frente a los aspectos referentes al agua, las fuentes hídricas, los cuidados para preservar y aprovechar de forma racional el agua y la acción del hombre. Así mismo el 11% correspondiente al nivel cuarto; se evidencia que los estudiantes relacionan muy poco los conceptos frente a las generalidades del recurso hídrico. Los demás niveles se encuentran en un nivel de desempeño de competencias promedio que permite evidenciar la apropiación de los temas abordados.

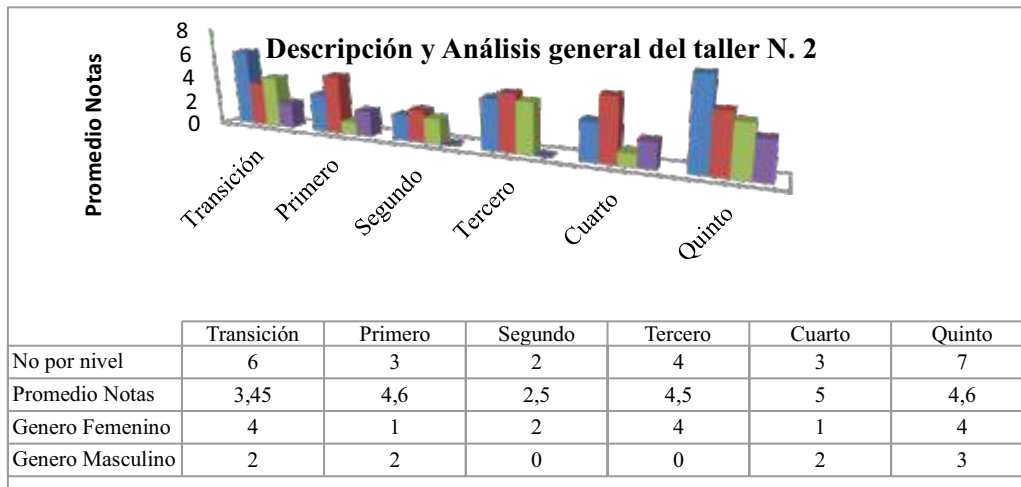
## Plantilla Taller Pedagógico N° 2

ÁREA:	<b>Ciencias Naturales Y Educación Ambiental</b>
TEMA:	<b>Entorno Vivo:</b> Perfil de la vegetación aledaña al recurso hídrico.
Deberes Básicos de Aprendizaje	<p><b>Primero:</b> Clasifica seres vivos (plantas y animales) de su entorno, según sus características observables (tamaño, cubierta corporal, cantidad y tipo de miembros, forma de raíz, tallo, hojas, flores y frutos) y la diferencia de los objetos inertes, a partir de criterios que tienen que ver con las características básicas de los seres vivos.</p> <p><b>Segundo:</b> Describe y clasifica plantas y animales de su entorno, según su tipo de desplazamiento, dieta y protección.</p> <p><b>Tercero:</b> Diferencia los factores bióticos (plantas y animales) de los abióticos (luz, agua, temperatura, suelo y aire) de un ecosistema propio de su región</p> <p><b>Cuarto:</b> Propone representaciones de los ecosistemas representativos de su región, resaltando sus particularidades (especies endémicas, potencialidades ecoturísticas, entre otros.) y plantea estrategias para su conservación.</p> <p><b>Quinto:</b> Asocia el cuidado de sus sistemas con una alimentación e higiene adecuadas.</p>
Desarrollo de la Actividad	Los estudiantes a partir de la observación directa de su mismo contexto clasificaron los diferentes arboles encontrados y conocidos allí. De la misma forma sus características en cuanto a los beneficios que presta tanto a la comunidad como a las fuentes hídricas.

**El taller estuvo enfocado a:** Identificar la flora presentada en la vereda, sus características, tipos, clasificación y la importancia de conservarla como beneficio al medio ambiente y al recurso hídrico.

	Niveles	N° por nivel	Promedio Notas	Genero	
				Femenino	Masculino
0	Transición	6	3,45	4	2
1	Primero	3	4,6	1	2
2	Segundo	2	2,5	2	0
3	Tercero	4	4,5	4	0
4	Cuarto	3	5	1	2
5	Quinto	7	4,6	4	3
	Total	25	4,12	16	9

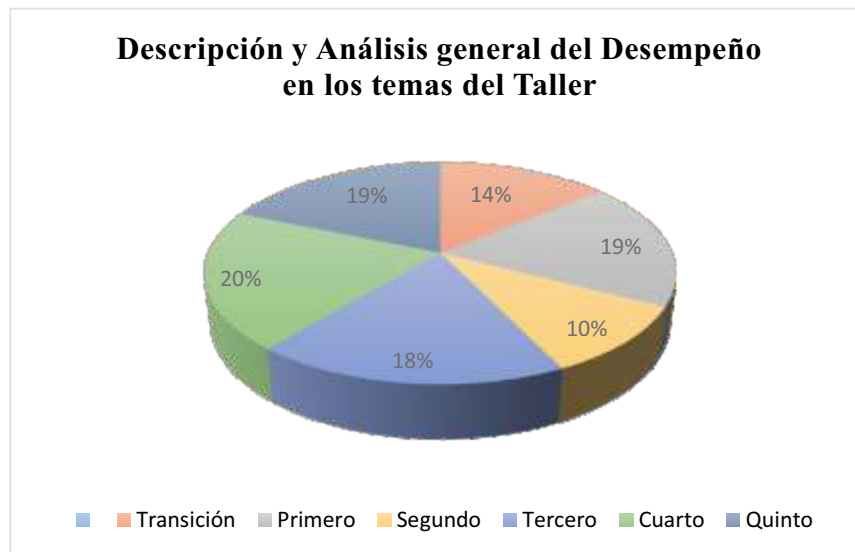
Tabla 7: Descripción y análisis general Taller N° 2  
Fuente: Elaboración propia



*Gráfica 5: Análisis Estadístico Taller N° 2*  
Fuente: Elaboración propia.

En referencia a los DBA (Derechos Básicos de Aprendizaje) se evidencia que la competencia en los estudiantes para ese grado no da cuenta del proceso que deberían tener en dicha edad para alcanzar los aprendizajes. Lo anterior teniendo en cuenta que los promedios de las valoraciones de los talleres permiten validar la falta de comprensión que cada los estudiantes presentan por nivel de escolaridad.

Lo anterior indica que según los datos obtenidos de la aplicación del taller, al menos más de los estudiantes frente al taller y a partir de la observación directa de su mismo contexto clasificaron los diferentes arboles encontrados y conocidos allí. De la misma forma sus características en cuanto a los beneficios que presta tanto a la comunidad como a las fuentes hídricas.



*Gráfica No. 6 Descripción y análisis general del desempeño*  
Fuente: Elaboración propia.

Respecto al promedio de valoraciones obtenidas desde la aplicación de los talleres en los diferentes niveles académicos, se evidencia que el 20% correspondiente al nivel de cuarto; en donde se encuentra que los estudiantes a partir de la observación directa de su mismo contexto clasifican los diferentes arboles encontrados y conocidos allí. De la misma forma sus características en cuanto a los beneficios que presta tanto a la comunidad como a las fuentes hídricas. Así mismo el 10% correspondiente al nivel segundo; se evidencia que los estudiantes relacionan muy poco los conceptos frente a la clasificación de la vegetación aledaña al recurso hídrico. Los demás niveles se encuentran en un nivel de desempeño de competencias promedio que permite evidenciar la apropiación de los temas abordados.

A partir de la gráfica presentada anteriormente correspondiente al taller n° 2 sobre el perfil de la vegetación se evidencia según el promedio de notas que el grado segundo con relación a los demás no alcanza los logros establecidos por los DBA, que en este caso obedecen a la clasificación y descripción de las plantas según el hábitat en que se encuentran junto con los beneficios que prestan por ser fuente de oxígeno. A diferencia del grado cuarto que obtuvieron un promedio satisfactorio demostrando el logro de la competencia de acuerdo al contenido propuesto.

### Plantilla Taller Pedagógico N° 3

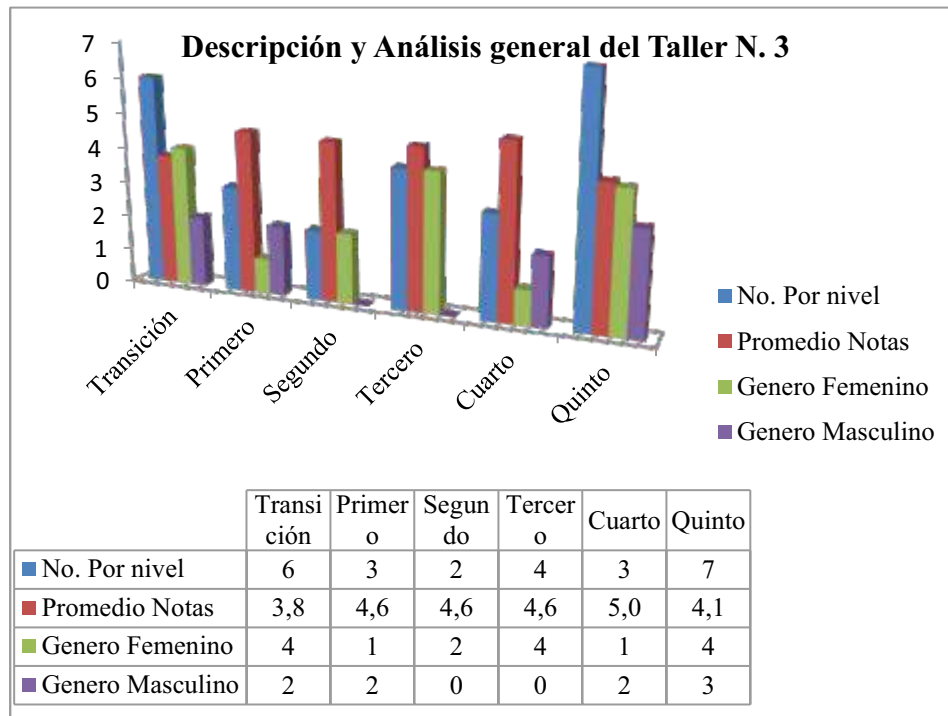
ÁREA:	<b>Ciencias Naturales Y Educación Ambiental</b>
TEMA:	<b><u>Entorno Vivo:</u> Aspectos Socioeconómicos sobre el recurso hídrico.</b>
Deberes Básicos de Aprendizaje	<p><b>Primero:</b> Propone acciones de cuidado a plantas y animales, teniendo en cuenta características como tipo de alimentación, ciclos de vida y relación con el entorno.</p> <p><b>Segundo:</b> Establece relaciones entre las características de los seres vivos y el ambiente donde habitan.</p> <p><b>Tercero:</b> Predice los efectos que ocurren en los organismos al alterarse un factor abiótico en un ecosistema</p> <p><b>Cuarto:</b> Explica cómo repercuten las características físicas (temperatura, humedad, tipo de suelo, altitud) de ecosistemas (acuáticos y terrestres) en la supervivencia de los organismos que allí habitan.</p> <p><b>Quinto:</b> Relaciona las características de los órganos del sistema digestivo (tipos de dientes, características de intestinos y estómagos) de diferentes organismos con los tipos de alimento que consumen.</p>
Desarrollo de la Actividad	Los puntos desarrollados consistían en reconocer los aspectos de consumir un agua que genera costo por su tratamiento y un agua que es gratuita encontrada al alcance de la comunidad en las diferentes fuentes, pero no apta para el consumo debido a la contaminación contenida.

**El taller se enfocó en diferenciar la accesibilidad al agua cuando esta representa un costo (tratada) o gratuita (no apta para consumo).**

Fuente: Elaboración propia.

	Niveles	No. Por nivel	Promedio Notas	Genero	
				Femenino	Masculino
0	Transición	6	3,8	4	2
1	Primero	3	4,6	1	2
2	Segundo	2	4,6	2	0
3	Tercero	4	4,6	4	0
4	Cuarto	3	5,0	1	2
5	Quinto	7	4,1	4	3
6	Total	25	4,4	16	9

Tabla 8: Descripción y análisis general Taller N° 3  
Fuente: Elaboración propia



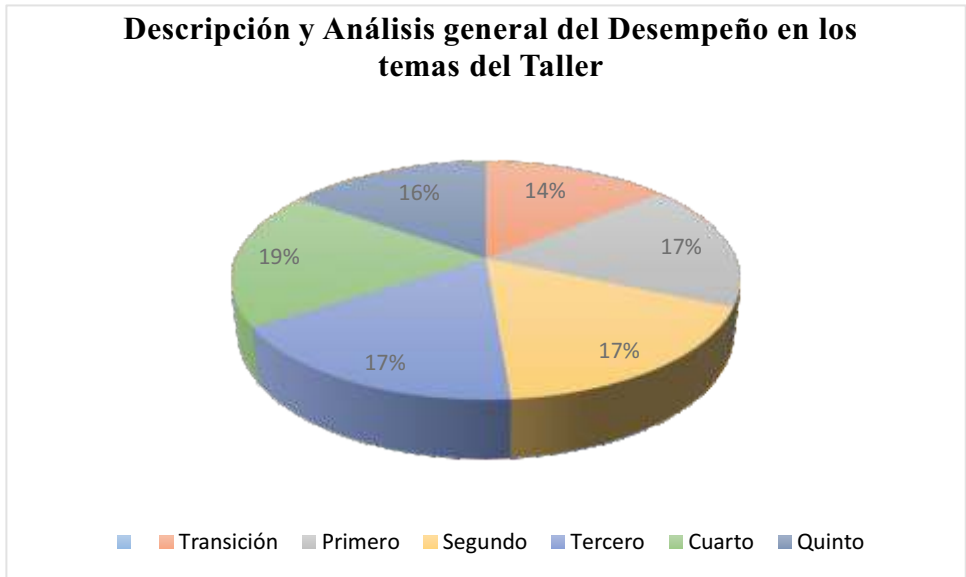
Gráfica 4: Análisis Estadístico Taller N 3  
Fuente: Elaboración propia

En referencia a los DBA (Derechos Básicos de Aprendizaje) se evidencia que la competencia en los estudiantes para ese grado no da cuenta del proceso que deberían tener en dicha edad para alcanzar los aprendizajes. Lo anterior teniendo en cuenta que los promedios de las valoraciones de los talleres permiten validar la falta de comprensión que cada los estudiantes presentan por nivel de escolaridad.

Lo anterior indica que, según los datos obtenidos de la aplicación del taller, al menos más de los estudiantes frente al taller reconocen los aspectos de consumir un agua que genera costo por su tratamiento y un agua que es gratuita encontrada al alcance de la comunidad en las diferentes fuentes, pero no apta para el consumo debido a la contaminación contenida.



### Descripción y Análisis general del Desempeño en los temas del Taller



Grafica No. 8 Descripción y análisis general del desempeño  
Fuente: Elaboración propia.

Respecto al promedio de valoraciones obtenidos desde la aplicación de los talleres en los diferentes niveles académicos, se evidencia que el 19% correspondiente al nivel de cuarto; en donde se encuentra que los estudiantes reconocen los aspectos de consumir un agua que genera costo por su tratamiento y un agua que es gratuita encontrada al alcance de la comunidad en las diferentes fuentes, pero no apta para el consumo debido a la contaminación contenida. Así mismo el 14% correspondiente al nivel de transición; se evidencia que los estudiantes relacionan muy poco los conceptos frente al reconocimiento de los aspectos que genera consumir un agua que genera costo por su tratamiento y un agua que es gratuita al alcance de la comunidad en las diferentes fuentes, pero no apta para el consumo debido a la contaminación contenida.

### PLANTILLA TALLER PEDAGOGICO N° 4

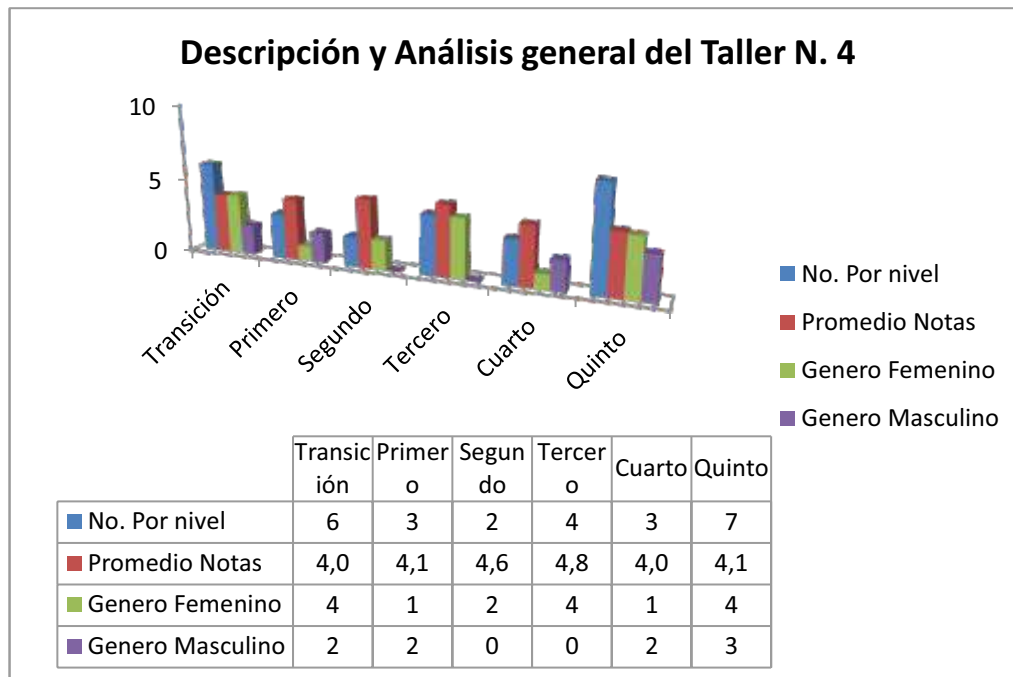
ÁREA:	<b>Ciencias Naturales Y Educación Ambiental</b>
TEMA:	<b>Entorno Vivo:</b> Amenazas antrópicas sobre el recurso hídrico
Deberes Básicos de Aprendizaje	<p><b>Primero:</b> Propone acciones de cuidado a plantas y animales, teniendo en cuenta características como tipo de alimentación, ciclos de vida y relación con el entorno.</p> <p><b>Segundo:</b> Establece relaciones entre las características de los seres vivos y el ambiente donde habitan.</p> <p><b>Tercero:</b> Describe y registra las relaciones intra e interespecíficas que le permiten sobrevivir como ser humano en un ecosistema.</p> <p><b>Cuarto:</b> Indica qué puede ocurrir con las distintas poblaciones que forman parte de una red alimenticia cuando se altera cualquiera de sus niveles.</p> <p><b>Quinto:</b> Asocia el cuidado de sus sistemas con una alimentación e higiene adecuadas.</p>

Desarrollo de la Actividad	Las actividades propuestas se enmarcaban al cuidado y conservación del recurso hídrico que en este caso se ve afectado en la misma comunidad por la contaminación. Se resalta la importancia de prevenir y aprovechar de forma racional el recurso hídrico indispensable para la vida del ser humano.
----------------------------	---

**El taller estuvo enfocado a:** concientizar sobre actividades realizadas por el ser humano que generan contaminación al recurso hídrico ocasionándole la pérdida de los elementos que la conforman. Al igual las acciones de prevención que pueden mitigar esta problemática y contribuyen a conservación de este recurso.

	Niveles	No. Por nivel	Promedio Notas	Genero	
				Femenino	Masculino
0	Transición	6	4,0	4	2
1	Primero	3	4,1	1	2
2	Segundo	2	4,6	2	0
3	Tercero	4	4,8	4	0
4	Cuarto	3	4,0	1	2
5	Quinto	7	4,1	4	3
6	Sexto	25	4,3	16	9

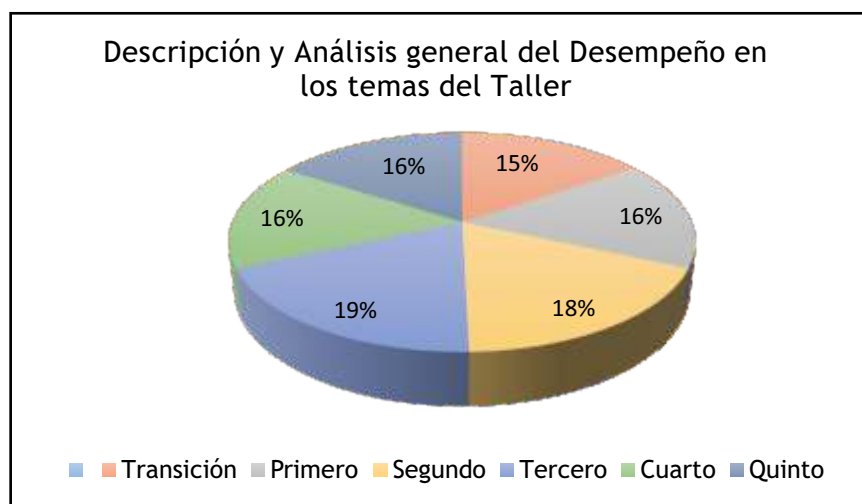
Tabla 9: Descripción y análisis general Taller N° 4  
Fuente: Elaboración propia



Gráfica 5: Análisis Estadístico Taller N° 4  
Fuente: Elaboración propia

En referencia a los DBA (Derechos Básicos de Aprendizaje) se evidencia que la competencia en los estudiantes para ese grado no da cuenta del proceso que deberían tener en dicha edad para alcanzar los aprendizajes. Lo anterior teniendo en cuenta que los promedios de las valoraciones de los talleres permiten validar la falta de comprensión que cada los estudiantes presentan por nivel de escolaridad.

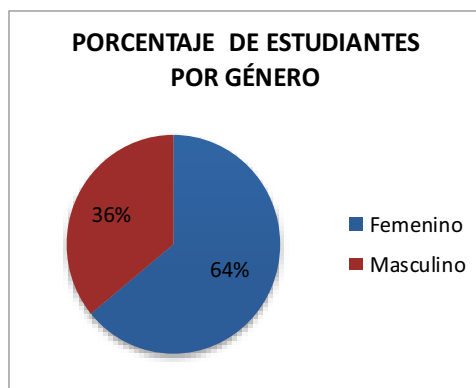
Lo anterior indica que, según los datos obtenidos de la aplicación del taller, al menos más de los estudiantes frente al taller enmarcan el cuidado y conservación del recurso hídrico que en este caso se ve afectado en la misma comunidad por la contaminación. Se resalta la importancia de prevenir y aprovechar de forma racional el recurso hídrico indispensable para la vida del ser humano.



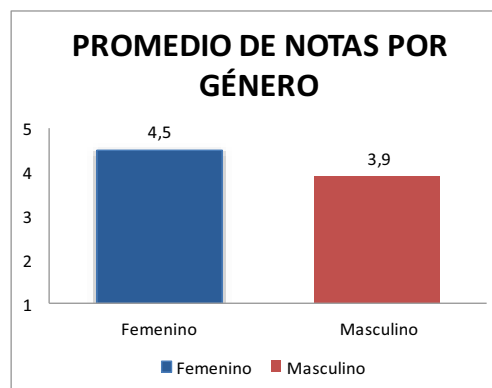
Gráfica No. 10 Descripción y análisis general del desempeño.  
Fuente: Elaboración propia.

Respecto al promedio de valoraciones obtenidas desde la aplicación de los talleres en los diferentes niveles académicos, se evidencia que el 19% correspondiente al nivel de tercero; en donde se encuentra que los estudiantes enmarcan el cuidado y conservación del recurso hídrico que en este caso se ve afectado en la misma comunidad por la contaminación. Se resalta la importancia de prevenir y aprovechar de forma racional el recurso hídrico indispensable para la vida del ser humano.

Así mismo el 15% correspondiente al nivel de transición; se evidencia que los estudiantes relacionan muy poco los conceptos frente al cuidado y conservación del recurso hídrico que en este caso se ve afectado en la misma comunidad por la contaminación. Se resalta la importancia de prevenir y aprovechar de forma racional el recurso hídrico indispensable para la vida del ser humano.



Gráfica 12: Porcentaje de estudiantes



Gráfica 11: Promedio Notas

Fuente: Elaboración propia

Según la gráfica anterior, se muestra el porcentaje de los estudiantes de acuerdo a su género, evidenciando el género femenino como mayoría con un 64% y el género masculino con un 36%. Así mismo, se encuentra una gráfica representando el promedio de notas respecto al género femenino y masculino, el cual demuestra que las mujeres son quienes obtienen la mejor valoración.

## 2.9. Conclusiones y recomendaciones

En relación con el marco teórico que soportó la investigación, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

Los Planes de Educación Ambiental, deben estar inmersos en las políticas gubernamentales como acciones que permitan a la población interrelacionarse estrechamente con su gobierno, principalmente local.

En este sentido se destaca el papel de los docentes en su ejercicio desde lo ambiental, así como en la coordinación interinstitucional e intersectorial para establecer canales de comunicación entre comunidades con necesidades específicas y los grupos e instituciones especializadas.

La retroalimentación entre los sectores que están relacionados con los planes de educación ambiental que se realizan al interior de las comunidades son acciones que deben fomentarse, ya que la interrelación y el intercambio de las experiencias y solucionar las problemáticas ambientales, generan la resolución de problemáticas en la comunidad.

Un plan de Educación Ambiental es en definitiva una alternativa importante para el intercambio de información lo cual permite conocer el entorno y hacer un uso adecuado del mismo, a través de las acciones como Informar, capacitar, orientar, sensibilizar a través de la implementación de estrategias pedagógicas en la resolución de problemas ambientales, los debates y discusiones, investigación acción participativa(IAP), los talleres, el trabajo de campo, las campañas ecológicas, los grupos ecológicos de los diferentes sectores sociales que a futuro intentan promover la valoración y concientización sobre los ciclos de la naturaleza y sus manifestaciones en plano local y global lo cual ayude a conocer y manejar los riesgos presentes y futuros en el medio ambiente y en las sociedades.

Los análisis obtenidos inicialmente respecto al agua para el abastecimiento de la institución indican que las características fisicoquímicas y microbiológicas contienen elementos contaminantes propios del entorno (coliformes totales, fecales y mesófilos), convirtiéndola en no apta para el consumo, por lo que la probabilidad de contraer una enfermedad gastrointestinal es alta para la población estudiantil.

La fuente hídrica (aljibe) que abastece las necesidades de los estudiantes presenta un estado nocivo al consumirse, pues los lugares aledaños intervienen considerablemente de manera antrópica por los diferentes cultivos que se presentan en la zona, generando así una contaminación producida por plaguicidas, herbicidas y desechos que se transportan a largas distancias y por efecto de escorrentía llegan hasta el aljibe.

Los Derechos Básicos de Aprendizaje se articulan con los enfoques, metodologías, estrategias y contextos definidos de cada establecimiento educativo, por lo que su importancia se fundamentaba en el logro de competencias según el grupo de grado involucrado, convirtiéndose en la herramienta indispensable para la estructuración de los talleres aplicados y en este caso dando lugar al área de Ciencias Naturales de acuerdo a los contenidos abordados.

El quehacer en Escuela Nueva que está basado en los principios del aprendizaje activo busca que los niños apliquen lo que aprenden a su vida real, representado por la idoneidad del docente para enfrentar los desafíos educativos con dominio ante el multigrado y experiencias propias del entorno.

La elaboración de cada uno de los talleres aplicados se dio por medio de la situación problemática presente en el establecimiento, la metodología constituía por Escuela Nueva, los DBA establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el grado en que cada niño se encontraba, proponiendo actividades pedagógicas para la motivación en el desarrollo eficiente, así como un producto significativo para aplicarlo en el diario vivir en que se desarrolla cada educando.

El plan de educación ambiental propuso sensibilizar a los educandos sobre la importancia del recurso hídrico, por lo cual, los temas de los talleres abarcaron contenidos sobre los aspectos que caracterizan el agua, amenazas antrópicas, perfil de la vegetación y los aspectos socioeconómicos, permitiendo que los educandos reconozcan por su misma situación local la importancia de proteger y conservar este recurso tan importante para el desarrollo vital como supervivencia de cada ser vivo.

La cartilla lúdico-pedagógica sobre el recurso hídrico se elaboró con la recopilación del trabajo realizado con los educandos y demás temas que caracteriza la importancia de dicho recurso afectado por las acciones del ser humano, convirtiéndose de este modo en una evidencia para presentarla en la básica primaria.

Los conocimientos que los estudiantes construyen se dan por medio de las vivencias y ejemplos que el entorno ofrece según la sensibilización impartida, dando así mismo la posibilidad de conocer los procedimientos convenientes en el uso eficiente al recurso hídrico y su consumo descontaminado.

La utilización de convenciones permite convertir de un estándar cuantitativo a un estándar cualitativo la valoración de resultados obtenidos y con ello realizar una descripción detallada de lo desarrollado en el proceso de aprendizaje.

## 2.10. Referencias Bibliográficas

- García, M. (1998). Las comunidades y el manejo de los recursos hídricos. en fescol, la gestión social del agua (págs. 67-89). Bogotá.
- Prieto, C. (2002). Usos del agua. En C. J. Bolívar, El agua sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación (págs. 97-124). Bogotá: Fundación Universidad Central.
- República de Colombia. (1991). Constitución política de Colombia. Colombia: ediciones pirámide.
- Cahier46\_spa\_web.pdf. (s. f.). Recuperado 8 de abril de 2018, a partir de [http://www.lasalle.org/wp-content/uploads/2012/03/Cahier46\\_spa\\_web.pdf](http://www.lasalle.org/wp-content/uploads/2012/03/Cahier46_spa_web.pdf)
- El Socorro (Santander). (2018, marzo 19). En Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado a partir de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=El\\_Socorro\\_\(Santander\)&oldid=106363130](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=El_Socorro_(Santander)&oldid=106363130)
- El Socorro Santander: Un Lugar para Disfrutar y Descubrir. (2016, diciembre 19). Recuperado 8 de abril de 2018, a partir de <http://www.santanderencanta.com/socorro-santander-colombia/>
- Introducción al plan ambiental 2015-2020 - Blas Pascal School. (s. f.). Recuperado 8 de abril de 2018, a partir de <http://www.blaspascal.cl/introduccion-al-plan-ambiental-2015-2020/>
- Nuestro Municipio. (s. f.). Recuperado 8 de abril de 2018, a partir de [http://www.socorro-santander.gov.co/informacion\\_general.shtml#economia](http://www.socorro-santander.gov.co/informacion_general.shtml#economia)
- Pita, L. (2016). Recuperado 8 de abril de 2018, Línea de tiempo: Educación Ambiental en Colombia. Revista Praxis, (12), 118-125.
- Calderón, J. M. S., Uribe, J. G., Carreño, A. S., Dromgold, A. T., Sandoval, J. M., & Liévano, J. P. (s. f.). República de Colombia Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 166.
- Ahorro del agua.pdf. (s. f.). Recuperado 27 de mayo de 2018, a partir de <http://lan.inea.org:8010/web/materiales/web/riego/anuncios/trabajos/Ahorro%20del%20agua.pdf>
- Salvi, G. L. G. (s. f.). Conciencia social y ahorro de agua doméstica según las diferentes tipologías urbanas, 66.
- Protejamos y Conservemos el Recurso Hídrico.pdf. (s. f.). Recuperado 27 de mayo de 2018, a partir de <http://www.marn.gob.sv/descargas/Publicaciones/Series%20RH/Protejamos%20y%20Conservemos%20el%20Recurso%20Hidrico.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. Ley 115 de 1994. (Febrero 8). “Por la cual se expide la ley general de educación”
- MINEDUCACIÓN. (s.f). Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 07 de 05 de 2018, de [https://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446\\_genera\\_dba.pdf](https://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446_genera_dba.pdf)
- Villar, R. (s.f.). EL PROGRAMA ESCUELA NUEVA EN COLOMBIA. Revista Educación y Pedagogía Nos. 14 y 15, 357-382.
- Guía didáctica, somos agua. Proyecto educativo sobre la importancia del agua Segundo ciclo de educación infantil. (2010). Recuperado de [www.tropicallo.com/somosagua/somos\\_agua\\_1-3\\_anos\\_espanol.pdf](http://www.tropicallo.com/somosagua/somos_agua_1-3_anos_espanol.pdf)

- Kuxulkab, revista de Divulgación de la división académica de Ciencias Biológicas. (2011). Captación y aprovechamiento del agua lluvia. Volumen VXII. Número 33.
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). Guía de diseño para la captación del agua de lluvia. Recuperado de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje, Ciencias Naturales. Recuperado de <http://www.santillana.com.co/www/pdf/dbacie.pdf>
- WWAP (Programa mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2016. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el mundo 2016: Agua y Empleo. París. UNESCO
- Moreno, 2000. Educacion Ambiental para el manejo adecuado y racional del Recurso Hidrico. Recuperado de: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/181/150DiazMorenoCarlosMario2000.pdf?sequence=1>
- Gilberto C. Gallopín. (2006). Division de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile.



# Capítulo 3

## Aprovechamiento de Residuos Orgánicos como Coagulantes en el Tratamiento de Aguas

Natalia Milena Agón Durán<sup>1</sup>, Liliana Patricia Beltrán Peñuela<sup>2</sup>, Sildana Rocío Villarreal Muñoz<sup>3</sup>, Sandra Liliana Gómez Ayala<sup>4</sup>

nataliam-agond@unilibre.edu.co<sup>1</sup>; lilianap-beltranp@unilibre.edu.co<sup>2</sup>  
sildanar-villarealm@unilibre.edu.co<sup>3</sup>; sandral.gomez@unilibre.edu.co<sup>4</sup>

Estudiantes de Programa de Ingeniería Ambiental, Docente Investigador de Programa de Ingeniería Ambiental en Universidad Libre Seccional Socorro

### Resumen

En el mundo se producen anualmente, 2010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales. Para el 2050 y si no se toman medidas, los desechos a nivel mundial pueden incrementarse hasta un 70%, es decir, 3400 millones de toneladas. Entre los tipos de desechos, los relacionados con alimentos constituyen el 44% del total de desechos sólidos en el mundo (World Bank Group, 2018). Para el caso de Colombia, se generan aproximadamente 11.6 millones de toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales, casi el 40% se podrían aprovechar (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Si a esto se le añade, el mal manejo que aún hoy en día se da a los residuos y que causa diversos impactos en los recursos, el panorama se torna desesperanzador. El agua es uno de los recursos que presenta impactos significativos por el manejo inadecuado que se le da a los residuos y especialmente, a los de tipo orgánico. Colombia ha disminuido su disponibilidad de agua principalmente en las zonas caribe y andina debido a las acciones de las poblaciones. Según el IDEAM, como consecuencia del cambio climático la frecuencia de lluvias disminuirá considerablemente en dichas regiones en las próximas décadas, agudizando la problemática. Las zonas en donde se concentra la población urbana enfrentan una gran presión hídrica ya que la oferta no satisface la demanda. El sector agrícola utiliza cerca del 47% del agua en el país, de los cuales, el 84% se destina a riego. En general, solo el 40% del volumen del agua residual es reusada (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Para incrementar este porcentaje es necesario encontrar alternativas para poder tratarlas de forma eficiente, pero, se requiere indudablemente conocer sus características fisicoquímicas y microbiológicas. Entre dichas alternativas, el uso de coagulantes es ideal en aquellas aguas afectadas por materia orgánica y sólidos suspendidos, que pueden ser determinados por la turbiedad. Para poder remover la turbiedad en el agua se utilizan coagulantes químicos que luego del proceso, generan concentraciones considerables de metales como el aluminio y el hierro que pueden causar efectos negativos en la salud de los seres vivos y en el ambiente. Además, los coagulantes químicos elevan los costos en los tratamientos de aguas (Carrasquero, Martínez, Castro, Díaz, & Colina, 2019).

Por todo lo anterior, se decidió abordar el aprovechamiento de residuos orgánicos como semillas de durazno y de mucílago de café como coagulantes naturales para el tratamiento de aguas que presenten valores altos en la turbiedad. El desarrollo de este trabajo se justifica en la necesidad de implementar una propuesta tecnológica que permita la utilización de residuos agroindustriales como coagulantes, y por medio de la cual se pueda economizar, simplificar y/o mejorar el tratamiento de aguas en el país.

El proyecto se desarrolló en el laboratorio de aguas de la Universidad Libre seccional Socorro en donde se llevaron a cabo pruebas de jarras, titulaciones y medición de parámetros del agua de la quebrada La Nacuma para luego, analizar los resultados obtenidos. Inicialmente se realizaron análisis de semillas de durazno y mucílago de café como coagulantes al 100%, posteriormente se hizo un estudio con 50% de coagulante natural/50% de coagulante primario.

Entre los resultados obtenidos y según la resolución 2115 de 2007 el valor máximo aceptable de la turbiedad en una fuente debe ser de 2 NTU. Previamente (segundo semestre de 2018) se realizó una evaluación de calidad del agua de la quebrada La Nacuma en tres puntos (FiME, establo y punto medio de la fuente) y para la turbiedad, ningún valor cumplió con la norma. Teniendo en cuenta esto, se decidió clarificar las aguas de la quebrada La Nacuma con coagulantes naturales a partir de las semillas de durazno y del mucílago de café. Para el caso de los coagulantes naturales al 100%, se realizó el experimento con agua del punto del establo. El coagulante a partir de mucílago de café removió un 60% de la turbiedad a una dosis de 16 mL /L y a partir de las semillas de durazno se obtuvo un 81% de remoción a una dosis de 12 mL /L. En las dosis combinadas 50% Aprovechamiento de residuos orgánicos como coagulantes en el tratamiento de aguas coagulante natura/50% coagulante primario se observó que para el coagulante a partir de las semillas de durazno una remoción del 98% de la turbiedad y para el coagulante a partir del mucílago de café se obtuvo una remoción del 98% para una dosis de 6 mL/L. Se puede concluir que el uso del mucílago de café y de las semillas de durazno como coagulantes naturales disminuye la turbiedad indicando así, que pueden ser tenidos en cuenta en el tratamiento de aguas.

**Palabras clave:** residuos, coagulantes naturales, coagulantes químicos, tratamiento aguas

### 3.1. Residuos

El banco mundial en su informe titulado “Los desechos 2.0: un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050” resalta la gran cantidad de residuos que se generan anualmente en el mundo: 2010 millones de toneladas. Si esta cifra abruma, la proyección que realizan hasta el 2050 lo es aún más: 3400 toneladas de desechos si no se toman medidas apropiadas, es decir, aumentaría en hasta un 70% debido a una rápida urbanización, al crecimiento de la población y al desarrollo económico (World Bank Group, 2018).

Entre los tipos de desechos generados (en 2010 millones de toneladas de desechos sólidos municipales) se encuentran: metales 4%, vidrio 5%, plástico

12%, papel 17% y alimentos 44% (se incluyen residuos animales, vegetales y pérdida y/o desperdicio de alimentos). Es motivo de preocupación que del 44% de sólidos generados por alimentos un buen porcentaje corresponda a pérdida y/o desperdicio de alimentos ya que el hambre en el mundo aumenta día a día (World Bank Group, 2018). Se estima que unos 850 millones de personas en el mundo padecen de hambre por lo que es importante cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): hambre cero y garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles (FAO, n.d.). Según la FAO, la pérdida de alimentos es “la disminución en la cantidad o calidad de los alimentos como resultado de las decisiones y acciones de los proveedores en la cadena alimentaria, excluyendo a los minoristas, proveedores de servicios de alimentos y consumidores” es decir, cualquier alimento que se pueda descartar, incinerar o desechar de otra forma desde la post cosecha hasta el nivel minorista pero, sin tenerlo en cuenta; mientras que el desperdicio de alimentos se refiere a “la disminución en la cantidad o calidad de los alimentos como resultado de las decisiones y acciones de los minoristas, Aprovechamiento de residuos orgánicos como coagulantes en el tratamiento de aguas proveedores de servicios alimentarios y consumidores”. Vale la pena mencionar que ese desperdicio puede estar relacionado con: productos frescos que no cumplen con estándares “óptimos” (se eliminan por color, tamaño, forma), alimentos que han superado la fecha de consumo o que están cerca) y aquellos productos que no se utilizan en las cocinas domésticas o de establecimientos de comidas. “Una menor pérdida y desperdicio de alimentos conduciría a un uso más eficiente de la tierra y una mejor gestión de los recursos hídricos, lo que tendría un efecto positivo en los medios de vida y en la lucha contra el cambio climático” (FAO, n.d.).

América Latina y el Caribe contribuyen anualmente con 231 millones de toneladas de residuos sólidos (World Bank Group, 2018) y solo Colombia reporta 30 081 toneladas por día (Superservicios y Departamento Nacional de Planeación de Colombia, 2018).

La gestión de desechos es un tema que debe concernir a cada persona que habita el planeta. Mientras que los países de mediano y alto ingreso presentan servicios de recolección, reciclaje y compostaje, los de bajo ingreso queman a cielo abierto. Los países pobres no cuentan con políticas apropiadas para la gestión de residuos, ya que más del 90% de éstos no se gestionan de forma adecuada y presentan diversas problemáticas como deslizamientos de basureros y problemas de salud debido a que los habitantes ubican sus casas cerca de ellos. Cerca del 20% del presupuesto de éstos países de bajo ingreso lo destinan a gestión de residuos de donde se logra la recolección de aproximadamente el 48% en las ciudades, el 26% en zonas rurales solo se recicla el 4% a nivel nacional. En general, solo el 13.5% de los residuos en el mundo se reciclan y el 5.5% se transforman en compost (World Bank Group, 2018).

Es innegable que la inadecuada gestión de residuos ha generado un grave deterioro ambiental debido a la contaminación de los diferentes recursos naturales afectando al desarrollo económico, por ejemplo, al turismo. Vale la pena mencionar que los desechos generan gases de efecto invernadero contribuyendo al cambio climático. Si cada país se preocupa por establecer políticas apropiadas para la gestión de residuos está dando un paso importante para lograr también los ODS (World Bank Group, 2018).

### 3.2. Colombia hacia el crecimiento verde

En el año 2018, la Dirección Nacional de Planeación (DNP) publicó un documento que resume los resultados logrados por la Misión de Crecimiento Verde. Dicha Misión se creó para establecer una nueva política, direccionada hacia el Crecimiento Verde del país. Colombia, al igual que el resto de países en vía de desarrollo, debe ser consiente del cambio climático y del uso desbordado de sus recursos naturales, de sus consecuencias por lo que es apropiado alinearse con la cuarta revolución industrial en donde los sectores productivos se enfoquen hacia una economía en la que el motor ya no sea el petróleo y sus derivados sino que más bien, “se dirija hacia el aprovechamiento de la biomasa y la biodiversidad a través del desarrollo de una bioeconomía y el cierre de los ciclos de los materiales con un enfoque de economía circular”. Actualmente, la economía ha reducido su ritmo de crecimiento y es necesario establecer medidas que la direccionen hacia el desarrollo sostenible. El documento de la Misión de Crecimiento Verde presenta dos partes: la primera, está relacionada con la visión de lo que debería ser Colombia en el año 2030 y la segunda parte, es una agenda hacia el Crecimiento Verde la cual contiene 10 objetivos que es necesario se proponga tanto el gobierno como la sociedad y el sector económico. Entre los objetivos, vale la pena mencionar el 1 y el 4, los cuales tienen que ver con la bioeconomía y el agua, respectivamente. Desarrollar la bioeconomía, tiene que ver con dejar de lado los combustibles fósiles para darle cabida a las fuentes renovables y a los procesos biológicos para generar productos que son utilizados en diversas actividades económicas y sociales. Entre los sectores que tienen prioridad para el desarrollo de la bioeconomía se encuentra la industria de alimentos y bebidas, cosméticos y aseo, químicos, agrícola y pecuaria, farmacéuticos y salud. Sobre el uso eficiente del agua, se estableció una distribución de la demanda del agua en la que el sector agrícola emplea el 46.6% del cual, el 84% se usa en riego (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

### 3.3. Estrategias para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

#### Coagulantes naturales.

Entre los residuos sólidos, los orgánicos pueden ser aprovechados como materia prima para la elaboración de productos con valor agregado como biogás, compost, nuevos materiales o como coagulantes naturales.

Los coagulantes son sustancias que pueden agrupar partículas coloidales (que se encuentran en suspensión y son responsables de la turbiedad y color del agua) en flóculos que se pueden sedimentar y posteriormente retirar por filtración (Lozano, Aguas, Salcedo, Olivero, & Mendoza, 2015). Dichas partículas coloidales presentan cargas eléctricas negativas en su superficie por lo que se genera una barrera repelente entre sí e imposibilita la aglomeración (Lédo, Lima, Paulo, & Duarte, 2009). El proceso de adicionar un coagulante al agua se denomina clarificación y es preliminar a la potabilización del agua como se puede observar en la figura 1 (Lozano et al., 2015).



**Figura 1** Representación de lo que ocurre en el proceso de clarificación del agua.

Para disminuir el uso de coagulantes primarios debido a la diversidad de inconvenientes que han presentado, se dio inicio al estudio de cierto tipo de polímeros orgánicos que no presentan toxicidad y que mostraron actividad como clarificadores del agua. De esta forma se incrementan las alternativas de tratamientos de aguas con el uso de coagulantes de tipo natural, además, son más baratos que los primarios (Olivero et al., 2014).

Los coagulantes naturales son sustancias solubles en agua y su origen puede ser vegetal o animal y pueden comportarse de forma similar que los coagulantes primarios al reducir la turbiedad del agua. Algunos presentan propiedades antimicrobianas por lo que podrían eliminar los agentes patógenos que se pueden encontrar en las aguas. Entre las sustancias de origen natural (vegetales) y que pueden ser utilizadas como agentes coagulantes se encuentran las semillas de Nirmali (*Strychnos potatorum*), *Moringa oleífera*, taninos, cactus y almidones (Ramírez & Jaramillo, 2016).

### 3.4. Evaluación del mucílago de café y las semillas de durazno como coagulantes naturales en el tratamiento de aguas

Teniendo en cuenta la problemática de los residuos y la forma como se tratan en Colombia en donde aún no hay claridad sobre el manejo apropiado de los desechos, en especial, los de tipo orgánico y que afectan de forma drástica tanto a las fuentes hídricas como a los suelos, se decidió evaluar dos tipos de residuos orgánicos que se pueden aprovechar, dándoles un valor agregado como coagulantes en el tratamiento de aguas que presentan niveles altos de turbiedad.

En Colombia, son miles de familias, hasta con parcelas de menos de dos hectáreas, que se dedican a producir café y en Santander no es la excepción. La zona cafetera de Santander cuenta con características como: un sistema tecnificado de cultivo bajo sombra, el cual permite temperaturas homogéneas y favorece un crecimiento más lento del fruto. Esto promueve la acumulación de azúcares generando una cosecha concentrada, que hace más fácil la recolección homogénea de los frutos en su mejor grado de madurez. Como consecuencia, el

café de esta región del país está especialmente protegido mediante la denominación de origen (DO Café de Santander según resolución No. 50042 de la Superintendencia de Industria y Comercio del 25 de agosto de 2014) (Café de Colombia, n.d.). A septiembre de 2012 las áreas cultivadas en Santander representan el 5% del país, siendo los municipios de Socorro, San Gil, Páramo, Pinchote y Valle de San José, el corazón cafetero del departamento (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: comité de cafeteros de Santander, n.d.).

Aunque se tienen todas las condiciones para desarrollar sin problema el cultivo de café, no es fácil llevar el proceso del cafeto a la taza. El café que se comercializa se conoce como café pergamino seco y para poder obtenerlo, la café uva, el que se recolecta de la planta, debe pasar por una serie de etapas que incluyen la eliminación de cada una de sus capas y el uso de grandes cantidades de agua. A dicho proceso se le denomina beneficio húmedo del café. Vale la pena mencionar, que los subproductos y residuos generados en el beneficio tradicional de una arroba de café pergamino seco arrojados a las quebradas y ríos, son equivalentes a lo que contaminan los excrementos de cien personas por día (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: comité de cafeteros de Risaralda, 1997).

En ese proceso de café uva hasta café pergamino seco, solamente se aprovecha el 5% del peso del fruto fresco en la preparación de la bebida, quedando un 95% de residuos que generan contaminación y graves problemas ambientales. Dichos residuos comprenden la pulpa y el mucílago. Tanto la pulpa como el mucílago representan el 43.58% y el 14.85% del peso del fruto fresco, respectivamente (Rodríguez & Zambrano, 2010).

### 3.4.1. Metodología y resultados

La evaluación del mucílago de café y de las semillas de durazno se desarrolló en el laboratorio de aguas de la Universidad Libre seccional Socorro en donde se llevaron a cabo medición de parámetros del agua de la quebrada La Nacuma, preparación de los coagulantes y pruebas de jarras para luego, analizar los resultados obtenidos enfocados hacia la remoción de la turbiedad de las aguas en cuestión. Vale la pena mencionar que cada ensayo se realizó por triplicado. Inicialmente se realizaron análisis de semillas de durazno y mucílago de café como coagulantes al 100%, posteriormente se hizo un estudio con 50% de coagulante natural / 50% de coagulante primario.

Entre los resultados obtenidos y teniendo presente la resolución 2115 de 2007, el valor máximo aceptable de la turbiedad en una fuente debe ser de 2 NTU. Inicialmente, se hizo una evaluación de la calidad del agua de la quebrada La Nacuma en tres puntos (FiME, establo y punto medio de la fuente) y para la turbiedad, ningún valor cumplió con la norma y para este estudio, se utilizó el agua del punto cercano al establo.

#### Coagulantes al 100%

Se caracterizó el agua de la quebrada La Nacuma en el punto cercano al establo, en la (**Tabla 1**) se pueden visualizar los parámetros medidos.

PARÁMETROS INICIALES				
	ALCALINIDAD (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	TURBIEDAD (NTU)	pH	COLOR (UPC)
MUESTRA	95,7	408	7,51	1916,6

**Tabla 1** Caracterización agua de la quebrada La Nacuma (punto del establo).

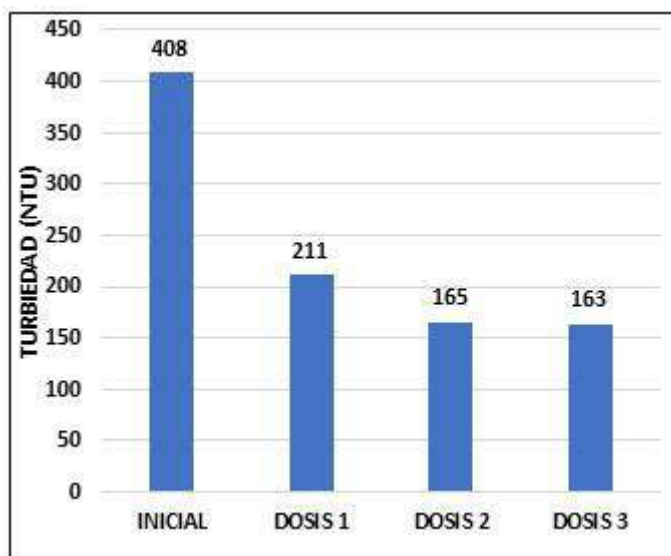
**Fuente:** Autores

Se preparó el coagulante de mucílago de café a una concentración de 10 mL/L y durante el experimento se trabajaron tres dosis, siendo la de 16 mL/L la que presentó mayor proporción de remoción de turbiedad (ver **Tabla 2** y **Figura 2**).

COAGULANTE (MUCÍLAGO)					
Muestra	Dosis (mL/L)	Turbiedad (NTU)	pH	Color (UPC)	% Remoción
1	8	211	7,62	1049,2	48,3
2	12	165	7,52	1108,8	59,6
3	16	163	7,27	1021,4	60,0

**Tabla 2** Datos medidos de turbiedad, color, pH y remoción según las dosis empleadas

**Fuente:** Autores



**Figura 2** Comparación entre los valores de turbiedad según las dosis trabajadas y la turbiedad del agua analizada.

**Fuente:** Autores

En la (**Figura 3**) se puede observar el cambio en la apariencia del agua de la quebrada La Nacuma antes y después del tratamiento.

En cuanto a las semillas de durazno, se preparó el coagulante a una concentración de 10 g/L. Se midieron los parámetros del agua de la quebrada La Nacuma, los cuales se pueden observar en la (**Tabla 3**).



**Figura 3** Preparación del coagulante a partir del mucílago de café y aspecto del agua de la quebrada La Nacuma (pre y post tratamiento). antes y después del tratamiento.

**Fuente:** Autores

PARÁMETROS INICIALES				
	Alcalinidad mg/L CaCO <sub>3</sub>	Turbiedad (NTU)	pH	Color (UPC)
Muestra	99	583	7,84	2060,1

**Tabla 3** Caracterización agua de la quebrada La Nacuma (punto del establo).

**Fuente:** Autores

La (Tabla 4) registra los datos obtenidos luego del tratamiento con el coagulante de semillas de durazno. Se trabajaron tres dosis, siendo la de 12 mL/L, la que presentó la mayor remoción de turbiedad, 81%. En la (Figura 4) se observa con mayor detalle las remociones de turbiedad por dosis suministrada al agua de estudio.

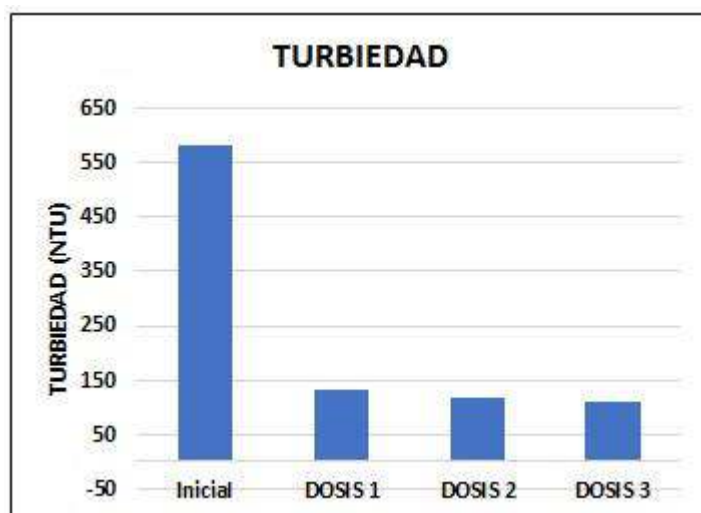
En la figura 3 se registra el aspecto del agua de la quebrada La Nacuma, antes y después del tratamiento.

COAGULANTE (SEMILLAS DE DURAZNO)					
Muestra	Dosis (mL/L)	Turbiedad (NTU)	pH	Color (UPC)	% Remoción
1	8	132	7,78	1031	77,4
2	10	119	7,81	971,1	79,6
3	12	111	7,78	975,7	81,0

**Tabla 4** Datos medidos de turbiedad, color, pH y remoción según las dosis empleadas.

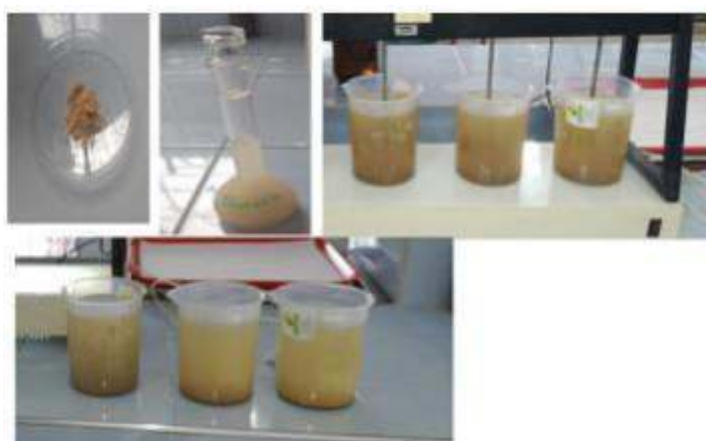
**Fuente:** Autores





**Figura 4** Comparación entre los valores de turbiedad según las dosis trabajadas y la turbiedad del agua analizada.

**Fuente:** Autores



**Figura 5** Preparación del coagulante a partir de las semillas de durazno y aspecto del agua de la quebrada La Nacuma, antes y después del tratamiento.

**Fuente:** Autores

Se realizaron experimentos con coagulantes combinados: mezcla de coagulante natural y coagulante primario. Como coagulante primario se trabajó con el sulfato de aluminio tipo A. Se preparó el coagulante combinado 50% coagulante natura/50% coagulante químico y se utilizó a diferentes dosis. En la (Tabla 5) se puede apreciar algunos parámetros medidos al agua que será tratada con el coagulante combinado basado en mucílago de café.

PARÁMETROS INICIALES				
	ALCALINIDAD (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	TURBIEDAD (NTU)	pH	COLOR (UPC)
MUESTRA	95,7	408	7,51	1916,6

**Tabla 5** Caracterización agua de la quebrada La Nacuma (punto del establo).

**Fuente:** Autores

En la (*Tabla 6*) se encuentra el porcentaje de remoción del coagulante combinado (mucílago de café/sulfato de aluminio) a diferentes dosis. El mejor resultado se presentó al tratar el agua con la dosis de 6 mL/L de coagulante combinado.

COAGULANTE (SULFATO DE ALUMINIO 50 % /MUCILAGO 50%)					
Muestra	Dosis (mL/L)	Turbiedad (NTU)	pH	Color (UPC)	% Remoción
1	2	35,8	7,17	310,5	91,2
2	4	18,6	7,27	149,2	95,4
3	6	8	7,24	55,6	98,0

*Tabla 6* Datos medidos de turbiedad, color, pH y remoción según las dosis empleadas.

**Fuente:** Autores

El aspecto del agua luego del tratamiento con el coagulante combinado basado en mucílago de café se puede corroborar en la (*Figura 6*).

En cuanto al coagulante combinado basado en las semillas de durazno presentó valores similares en la proporción de remoción de la turbiedad que el basado en el mucílago de café. En la (*Tabla 7*) se pueden observar los valores de algunos parámetros medidos para el agua de la quebrada La Nacuma.



*Figura 6* Preparación del coagulante combinado a partir del mucílago de café y del sulfato de aluminio y aspecto del agua de la quebrada La Nacuma, antes y después del tratamiento.

**Fuente:** Autores

PARÁMETROS INICIALES AGUA QUEBRADA LA NACUMA				
	Alcalinidad mg/L CaCO <sub>3</sub>	Turbiedad (NTU)	pH	Color (UPC)
Muestra	99	583	7,84	2060,1

*Tabla 7* Caracterización agua de la quebrada La Nacuma (punto del establo).

**Fuente:** Autores

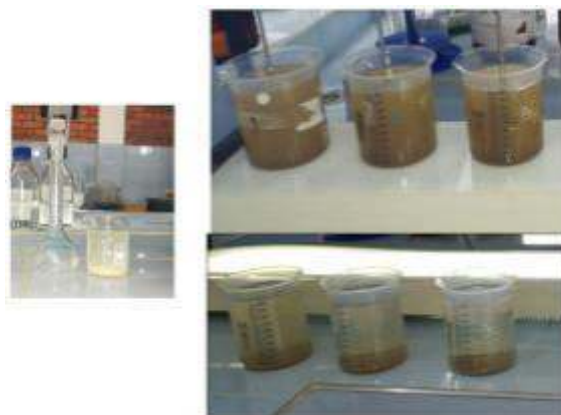
El coagulante combinado basado en semillas de durazno presentó para cada una de las dosis empleadas una remoción de la turbiedad mayor al 90%, siendo la de mayor proporción la dosis de 6 mL/L (ver Tabla 8).

SULFATO DE ALUMINIO 50%/SEMILLAS DE DURAZNO 50 %					
Muestra	Dosis (ml/L)	Turbiedad (NTU)	pH	Color (UPC)	% Remoción
1	2	49,6	7,56	464,1	91,5
2	4	20,7	7,44	236	96,4
3	6	11,6	7,33	157,7	98,0

**Tabla 8** Datos medidos de turbiedad, color, pH y remoción según las dosis empleadas.

**Fuente:** Autores

En la (Figura 7) se puede apreciar el aspecto del agua de la quebrada La Nacuma antes y después de ser tratada con el coagulante combinado a partir de semillas de durazno y sulfato de aluminio.



**Figura 7** Preparación del coagulante combinado a partir de las semillas de durazno y del sulfato de aluminio y aspecto del agua de la quebrada La Nacuma, antes y después del tratamiento.

**Fuente:** Autores

### 3.4.2. Conclusiones y recomendaciones

El mucílago de café y las semillas de durazno se constituyen como agentes con actividad coagulante que pueden ser utilizados en el tratamiento de aguas que presenten valores de turbiedad por encima del valor máximo estipulado por la normatividad colombiana.

Los coagulantes combinados pueden ser una excelente alternativa para remover con efectividad la turbiedad y el color de aguas, disminuyendo el uso de los coagulantes primarios que presentan diversas desventajas entre ellas, la afectación de la salud de los organismos vivos.

Es importante seguir buscando alternativas de aprovechamiento de los desechos vegetales para generar productos con valor agregado que puedan contribuir a mejorar la calidad de vida de las comunidades sin deteriorar los recursos naturales.

### 3.5. Agradecimientos

Se agradece al laboratorio de aguas y microbiología de la Universidad Libre secciona Socorro por permitir la realización de los diversos ensayos relacionados con caracterización de aguas y pruebas de jarras. De manera especial, se agradece también a Jenny Ardila, estudiante del programa de Ingeniería Ambiental por facilitar el mucílago de la finca La Palma, de la vereda Quitasol del municipio de Guadalupe, Santander.

### 3.6. Referencias Bibliográficas

- Café de Colombia. (n.d.). Denominación de origen café de Santander. Retrieved from [http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/indicaciones\\_geograficas/Denominacion\\_de\\_Origen/denominacion\\_de\\_origen\\_cafe\\_de\\_santander/](http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/indicaciones_geograficas/Denominacion_de_Origen/denominacion_de_origen_cafe_de_santander/)
- Carrasquero, S., Martínez, M. F., Castro, M. G., Díaz, A., & Colina, G. (2019). Remoción de turbidez usando semilla de Tamarindus indica como coagulante en la potabilización de aguas. *Revista Bases de La Ciencia*, 4(1), 19-44. [https://doi.org/10.33936/rev\\_bas\\_de\\_la\\_ciencia.v4i1.1424](https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i1.1424)
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). COLOMBIA hacia el Crecimiento Verde. 39. Retrieved from [https://www.dnp.gov.co/CrecimientoVerde/Documents/Resultados/PDF\\_Colombia\\_hacia\\_el\\_crecimiento\\_verde\\_MP.pdf](https://www.dnp.gov.co/CrecimientoVerde/Documents/Resultados/PDF_Colombia_hacia_el_crecimiento_verde_MP.pdf)
- FAO, O. de las N. para la alimentación y la agricultura. (n.d.). Pérdida y desperdicio de alimentos. Retrieved from <http://www.fao.org/food-lossand-food-waste/es/>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: comité de cafeteros de Risaralda. (1997). Beneficio ecológico del café con manejo de subproductos. *Comité de Cafeteros de Risaralda*, Vol. 6, p. 30. Retrieved from <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4848/1/Beneficioecologicodelcaféconmanejodesubproductos.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia: comité de cafeteros de Santander. (n.d.). Nuestros cafeteros. Retrieved from [https://santander.federaciondecafeteros.org/fnc/nuestros\\_cafeteros/category/118](https://santander.federaciondecafeteros.org/fnc/nuestros_cafeteros/category/118)
- Lédo, P. G. S., Lima, R. F. S., Paulo, J. B. A., & Duarte, M. A. C. (2009). Estudio comparativo de sulfato de aluminio y semillas de Moringa oleífera para la depuración de aguas con baja turbiedad. *Información Tecnológica*, 20(5), 3-12. <https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.4096it.08>
- Lozano, P., Aguas, Y., Salcedo, G., Olivero, R., & Mendoza, G. (2015). El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua. *Producción + Limpia*, 10(1), 40-50. <https://doi.org/10.22507>
- Olivero, R. E., Aguas, Y. del R., Mercado, I. D., Casas, D. P., & Montes, L. E. (2014). Utilización de Tuna (*opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. *Avances Investigación En Ingeniería*, 11(1), 70-75. <https://doi.org/10.18041/17944953/avances.1.302>

- Ramírez, H., & Jaramillo, J. (2016). Agentes Naturales como Alternativa para el Tratamiento del Agua. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 11(2), 136. <https://doi.org/10.18359/rfcb.1303>
- Rodríguez, N., & Zambrano, D. (2010). Los subproductos del café: fuente de energía renovable. *Avances Técnicos Cenicafe*, (393), 1-8. <https://doi.org/ISSN-0120-0178>
- Superservicios y Departamento Nacional de Planeación de Colombia. (2018). Informe de disposición final de residuos sólidos-2017. 1-177.
- World Bank Group. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. In World BankGroup. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1329-0>

# Capítulo 4

## La Investigación Formativa desde la Plataforma Naturalista: Herramienta Tic y Pedagógica para el Desarrollo de Habilidades Investigativas en Estudiantes de media en Cimitarra Santander.

Daniel Alejandro González Ortiz<sup>1</sup>, Ángela Martínez Marciales<sup>2</sup>,  
Jhon Alexander Gómez Muñoz<sup>3</sup>

danielboone1734@gmail.com; andael2010@gmail.com

Docentes líderes de investigación del Colegio Integrado del Carare y miembros del Semillero CICA

### Resumen

En la escuela la palabra investigación siempre asoció a relacionar las consultas y tareas que estaban por realizar. Sin embargo, en la etapa de bachiller se continúa utilizando de forma incorrecta la mencionada palabra investigación, haciendo referencia, aún en la consulta escolar. Es grados superiores, en la media, donde los estudiantes inician a tener una claridad sobre el término investigación asociado con el aporte y/o la generación de un nuevo conocimiento, desde lo teórico. Los estudiantes de los grados décimo y once de la modalidad agropecuaria del Colegio Integrado del Carare CICA, tienen bien claro el concepto de la investigación referente a la investigación formativa. El anterior, hace referencia al trabajo impulsado por los jóvenes, desde el desarrollo de competencias y habilidades investigativas, la transformación continua, generación y construcción de un nuevo conocimiento para todos. La utilización de una plataforma mundial de observación, registros de flora y fauna silvestre, ha involucrado a los estudiantes agropecuarios del CICA de forma permanente, con actitudes pro-ambientales, adquiriendo responsabilidad, coherencia, calidad de trabajo, en asumir el rol de observador de la plataforma Naturalista. Son los observadores, encargados de realizar los registros fotográficos, alimentar la plataforma, interactuar con la comunidad científica y no científica en cuanto a sus registros y ranking generado por el mismo número. Por lo anterior, los estudiantes desarrollan conocimientos sobre su flora y fauna local a través de la identificación de las especies. Crean interactividad y comunicación con científicos por el interés en alguna especie determinada. Se generan otros procesos de la gobernanza en la ciencia participativa.

**Palabras clave:** naturalista, investigación, habilidades.

<sup>1</sup> © Ph.D. Educación - UMECIT Panamá

<sup>2</sup> MSc. Educación - UMECIT Panamá

<sup>3</sup> MSc. Educación Ambiental – USTA

## 4.1. Introducción

Naturalista es una aplicación mundial para el reconocimiento de la flora y fauna silvestre en cualquier lugar del planeta. Donde podrá participar cualquier persona de la comunidad científica o no científica, esto quiere decir, que no necesariamente debe tener conocimientos sobre la biodiversidad, con tener actitudes es suficiente para generar los registros fotográficos de la naturaleza, que son los necesarios para subir a la plataforma y allí serán identificados, clasificados, con los respectivos nombres científicos por personas expertas en el conocimiento biológico.

Esta plataforma se creó en Estados Unidos y actualmente cuenta con portales personalizados en seis países: Canadá, Colombia, Estados Unidos, México, Nueva Zelanda, y Portugal. El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt es el representante de la Red Naturalista en Colombia y administra el portal Colombia desde el 2016. Las plataformas tecnológicas se están consolidando como una herramienta de apoyo para la colecta de datos en iniciativas de ciencia ciudadana. Entre estas herramientas se encuentra naturalista, una red que busca conectar científicos y no científicos a través de una plataforma colaborativa de registro de biodiversidad (<https://sibcolombia.net/socios/naturalista-colombia/>).

Aunado a ello, el proyecto Colegio Integrado del Carare (Cimitarra Santander), hace parte del listado de proyectos de Colombia, donde su misión es involucrar personas, para este caso (estudiantes) que puedan registrar el mayor número de observaciones de biodiversidad en cualquier región del país. La actitud de los jóvenes estudiantes ha despertado la curiosidad a través de la lente de los equipos celulares, pudiendo capturar la naturaleza desde lo micro hasta los grandes árboles en la región. La mayoría de los observadores (estudiantes), no conocían de la riqueza biológica o no se habían detenido a observarla y mucho menos registrarla.

De esta forma, se viene generando emociones y curiosidad sobre las diversas formas, colores, diversidad de lo capturado en la lente. Se ha contribuido con la aplicación de teorías del aprendizaje para la construcción de la objetividad en entornos de enseñanza aprendizaje, logrando así la producción del conocimiento que se puede dar en cualquier ambiente siempre y cuando exista la imaginación, la propuesta por un facilitador o sujeto en la transmisión del mismo a un discente con una actitud receptiva frente a la construcción de un nuevo conocimiento o moldeamiento del mismo.

Si bien es cierto, la perspectiva constructivista se puede generar desde el aula, donde el aprendiz, el sujeto indaga o incursiona en un nuevo aprendizaje-conocimiento, de acuerdo a intenciones propias en la construcción de la objetividad del nuevo conocimiento buscando un interés particular, donde el sujeto satisfaga sus emociones investigativas. Éste gusto o interés por procesos de investigación tienen que partir de iniciativas, formas espontáneas, acompañamiento o guía del líder, por medio de interacciones sociales, que a través de estímulos el sujeto sea cautivado para involucrarse en una naturaleza de construcción permanente, para así dar respuestas a preguntas, formulando hipótesis sobre los continuos cambios de la complejidad de los paradigmas



existentes. Como lo menciona Esteve, (1997), que del refuerzo al interés; “Los estudiantes comprenden mejor cuando están envueltos en tareas y temas que cautivan su atención”.

A través de un semillero de investigación en una IE, se podrá formar futuros jóvenes con talentos, habilidades, destrezas, dinamismo, actitudes, qué proyectan más que un futuro investigador será una persona con capacidad de decidir, con academia y humanismo. Menciona (Ruano, 2017), “que la investigación científica, constituye un elemento fundamental para el desarrollo de los Estados, sin importar los sistemas políticos en que se inserten”.

El paradigma sobre la investigación interdisciplinaria y transdisciplinaria como ejes principales del conocimiento y los sistemas educativos en procesos transversales con la educación, se traduce en la búsqueda del aprendizaje significativo como principal garante de la construcción de conceptos teóricos-prácticos y por ende la construcción y adquisición del conocimiento en un proceso llamado de enseñanza-aprendizaje en doble vía (Ortiz, 2020).

La educación ambiental está asociada con la responsabilidad social ambiental, donde el sujeto debe generar conductas pro-ambientales, entre ellos la conciencia ecológica, cuidado de los entornos y ecosistemas, compromiso propio en la generación de conductas, cambio de hábitos por saludables y ambientales en favor de sí mismo, como también el de las comunidades. “La educación ambiental como herramienta de la responsabilidad social (RS) debe desarrollar competencias para la formación de los sujetos en; identificar, diagnosticar, plantear, desarrollar, trabajo cooperativo para el desarrollo humano y desarrollo sostenible” como lo propone (Avendaño, 2012).

“La educación ambiental y la participación ciudadana se transforman en herramientas capaces de mejorar la efectividad de las distintas estrategias de protección y uso sustentable de la biodiversidad” (Vilches Villa, 2015).

La plataforma Naturalista comenzó como el proyecto final de maestría de Nate Agrin, Jessica Kline y Ken-ichi Ueda en la Escuela de Información de la Universidad de Berkeley (California) en 2008. Nate y Ken-ichi continuaron trabajando en el sitio después de la graduación, con un poco de ayuda adicional de Sean McGregor. Ken-ichi comenzó a colaborar con Scott Loarie en 2011, cuando se organizaron como iNaturalist y comenzaron a expandir el sitio a través de numerosas colaboraciones. En 2014, iNaturalist se convirtió en una iniciativa de la Academia de Ciencias de California. A partir de 2017, la Academia de Ciencias de California unió esfuerzos con National Geographic para fortalecer la plataforma (Alexander Von Humboldt, sf).

“Muchas ciudades utiliza la aplicación gratuita Natura Lista (iNaturalist) como plataforma del proyecto City Nature Challenge. Esta aplicación es la más grande del mundo y cuenta hasta el momento con más de 25 millones de registros de biodiversidad desde el 2008” (Wallace, 2019). Los grandes objetivos de la ciencia participativa (CP) en Colombia, es lograr que las personas en sus entornos urbanos puedan reconocer y registrar la biodiversidad, que a su vez genera un nuevo conocimiento para la ciencia y la humanidad. Se espera que de

éstas acciones voluntarias y ecologistas de la ciencia-participativa puedan incentivar a muchos, para generar una nueva y profunda conciencia ambiental, que los registros fotográficos de las especies sean de interés para la comunidad científica y no científica. Se busca también, la participación con prioridad de las IE, como mediadores de conocimiento, generadores de sensibilidad y conciencia ambiental, activa y numerosa participación, transformadores de entornos, protección de zonas verdes urbanas, contribución a la investigación formativa (IF).

La importancia de las TIC en la actualidad como lo afirma Martin:

“Los dos modelos que actualmente más se utilizan para describir la enseñanza y el aprendizaje mediante el empleo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones TIC son el modelo constructivista y el conversacional. Ambos modelos están íntimamente relacionados, ya que se basan en la premisa central de que el conocimiento y el entendimiento son construidos por medio de un proceso de negociación e intercambio de significados” (Martin, 2004).

## 4.2. Metodología

El proyecto Naturalista se llama Colegio Integrado del Carare (Cimitarra, Santander), el cual cuenta con 234 personas o integrantes, grado décimo y once en la modalidad agropecuaria de la IE Integrado del Carare CICA. La misión del proyecto es realizar registros fotográficos sobre la biodiversidad de organismos silvestres en la región de Cimitarra y otros municipios. Los registros fotográficos se realizan con celular desde la plataforma (Naturalista), o en modo avión. La cartografía social (mapeo colectivo) en un mundo globalizado: Diagnostico y reconocimiento del territorio y la problemática ambiental en el municipio de Cimitarra-Santander Gonzá, D. A. (2019. P. 11-32 2019).

Es importante asignar alguna identificación básica, tener el celular con la ubicación activada para las coordenadas, hora, lugar y fecha. Las fotografías deben ser nítidas para su posterior identificación. Otras opciones aparte de subir fotografías, es la de registrar sonidos preferiblemente de aves, otras fotografías de galería. Se pueden agregar varias fotografías de la misma especie u observación.

Es necesario mencionar que durante los registros fotográficos no se requiere internet en el equipo. Cuando el celular se conecta a internet se da la sincronización y actualización de datos, inicia a subir toda la información a la plataforma para así actualizarse, la migración de los registros.). “A nivel mundial, existen numerosas plataformas que han surgido para documentar la biodiversidad y la riqueza biológica, ya sea a nivel local, nacional o internacional” (Macías, 2017).

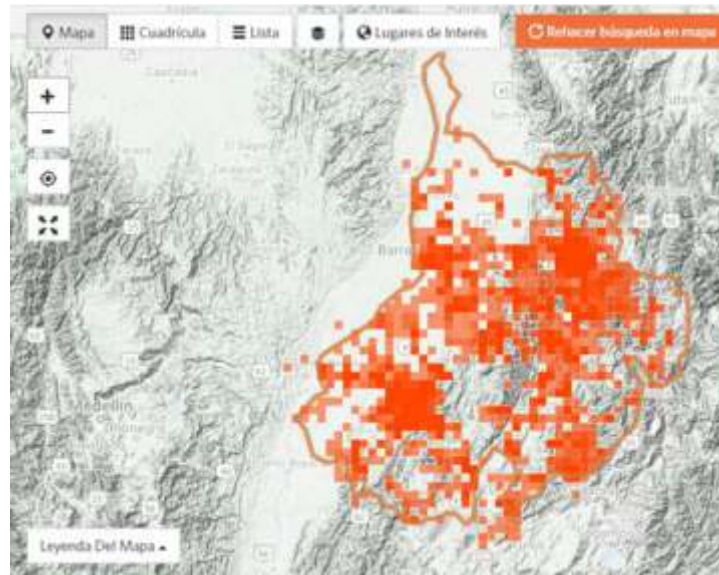


Países	Observaciones	Especies	Identificadores	Observadores
El Mundo	45.582.760	289.356	148.508	1.217.169
Europa	6.492.142	47.072	33.342	240.058
United State	24.481.292	73.138	93.296	670.588
South América	1.634.004	51.025	16.220	56.719
Brasil	345.380	19.519	6.940	14.579
Costa Rica	229.177	13.040	5.680	8.059
Alemania	634.890	12.896	8.136	16.048

**Tabla 2** Listado de datos sobre observaciones en el mundo, continentes y países con altos números de registros en biodiversidad.

**Fuente:** [https://www.inaturalist.org/observations?place\\_id=7196](https://www.inaturalist.org/observations?place_id=7196)

En la (**Tabla 2**) se puede verificar otros países partiendo desde las observaciones del mundo con 45.582.760, un número bastante representativo que se relaciona con la biodiversidad existente en la actualidad registrada por la participación ciudadana. United State cuenta con 24.481.292 observaciones, es el país con mayor registro en el mundo, ocupa el primer puesto en cada uno de los análisis y registros, mayor número de especies, mayor número de identificadores, mayor número de observadores. Además, se registran datos de otros países de Sur América, Centro América y Europa.



**Figura 2** Observaciones Naturalista registradas en el departamento de Santander en ciencia participativa.

**Fuente:** <https://www.inaturalist.org/projects/colegio-integrado-del-carare-cimitarra-santander>

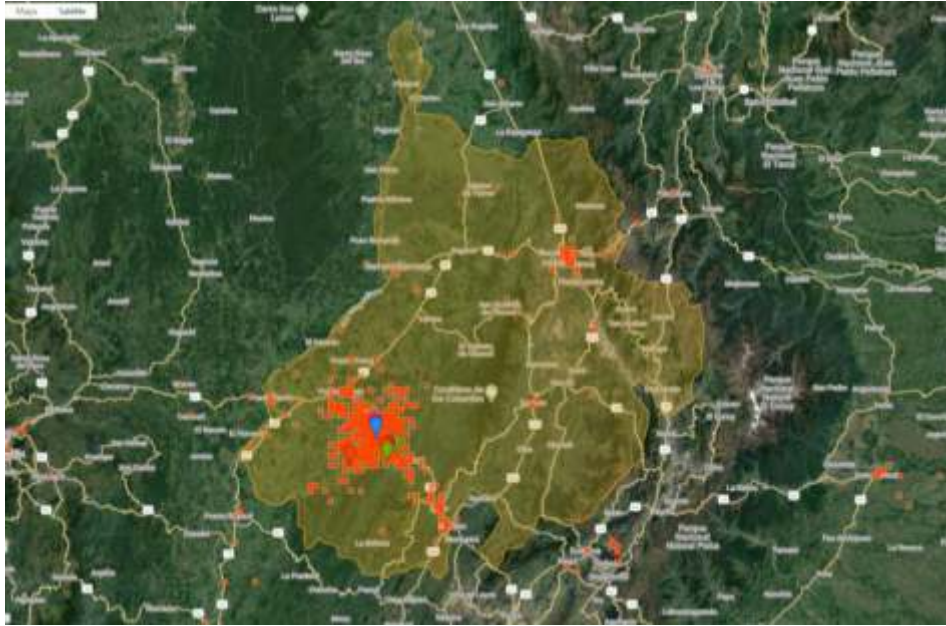


Figura 3 Observaciones registradas en la plataforma por los integrantes (estudiantes) del proyecto Colegio Integrado del Carare (Cimitarra, Santander).

Fuente: <https://www.inaturalist.org/projects/colegio-integrado-del-carare-cimitarra-santander>

En la **(Figura 2)**, se muestra los registros de biodiversidad en el departamento de Santander en la plataforma Naturalista, en la mayor parte del departamento se han realizado registros por parte de las comunidades científicas y no científicas. En la **(Figura 3)**, se observan los registros solamente por los integrantes del proyecto Colegio Integrado del Carare (Cimitarra, Santander). Se aprecia su incidencia en el municipio de Cimitarra, con mayor número en la granja CICA. Otros puntos marcados fuera del municipio, en otros, representa el recorrido de los jóvenes en sus lugares de origen o familiares, especialmente al sector rural de la región, incluso fuera del departamento. Cada registro representa un compromiso consigo mismo, con el proyecto, la institución y sus actitudes pro-ambientales en el desarrollo de la Ciencia Participativa.

Municipios	Observaciones	Especies	Identificadores	Observadores
Cimitarra	16.235	1.736	1.373	342
Landázuri	1.248	378	373	72
Bucaramanga	8.523	1.179	823	992
Floridablanca	2.742	681	562	393
Girón	251	179	175	46
Lebrija	73	63	81	28
Vélez	168	102	118	23
Bolívar	435	232	204	42
Puerto Parra	110	80	109	25
Barrancabermeja	770	341	345	100
Santa Bárbara	200	132	134	25
El Carmen de Chucuri	1.151	537	476	35

**Tabla 3** Principales ciudades que pertenecen; área metropolitana, capitales de provincia, municipios aledaños a Cimitarra como centro de estudio en Naturalista.

Fuente: [https://www.inaturalist.org/observations?place\\_id=29090](https://www.inaturalist.org/observations?place_id=29090)

En la (**Tabla 3**), lo que resalta desde luego es, el municipio de Cimitarra con mayor número de observaciones, mayor número de especies identificadas, mayor número de identificadores, 342 observadores, mientras que el proyecto CICA cuenta con 234 observadores, que hacen parte de los 342. Se ha mencionado otros municipios como Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Lebrija, que realizaron por parte del equipo Humboldt un Naturalista Urbano para el año 2018. “Se organizó el programa de formación expedicionarios locales en los municipios del área metropolitana, “Naturalista Urbano Bucaramanga”: ¡estos procesos conectaron a las comunidades con la biodiversidad de sus territorios y contribuyeron a complementar la información existente a escala municipal!” (Quiñones, 2019). Los municipios de Santa Bárbara, El Carmen de Chucuri, donde se realizó la expedición Santander BIO, sobre todo éste último municipio tiene un registro de 1.151 observaciones con 35 observadores, mientras que Santa Bárbara registros inferiores en Naturalista.

Proyecto	Observaciones	Especies	identificadores	Observadores
Colegio Integrado del Carare	22.677	2.171	1.448	234
Formación Expedicionarios Locales Santander BIO	1.674	637	463	18
Biodiversidad Contratación	123	92	91	2
El Paraíso	445	191	184	11
Col Candelaria Cimitarra	96	63	76	12
UIS Biodiversidad	1.928	305	332	299
Virolín	2.266	794	373	93

**Tabla 4** Resultados de los proyectos Naturalista de mayor representación en el Departamento de Santander, incluyendo el Proyecto del Colegio Integrado del Carare.

Fuente: Autores



Figura 4 Imagen del proyecto Colegio integrado del Carare (Cimitarra, Santander) y sus integrantes. También se observa los estudiantes que hacen parte del mismo proyecto.  
Fuente: <https://www.inaturalist.org/projects/colegio-integrado-del-carare-cimitarra-santander>

El proyecto Colegio Integrado del Carare (Cimitarra, Santander) fue creado el 28 de agosto de 2018, con fines de desarrollo y utilización de herramientas digitales TIC que permiten el conocimiento del uso de plataformas digitales (web) y reconocimiento de la biodiversidad de la región de estudio. El nombre del proyecto corresponde al mismo nombre de la IE, los integrantes del mismo son los estudiantes de los grados decimo, once, y egresados de la misma IE. En la (Figura 4), el proyecto presenta el número de observaciones de 22.677 (05/08/2020) de registros de biodiversidad, 2.174 especies clasificadas, con 234 observadores, que son estudiantes activos y pocos egresados de la IE Integrado del CICA.e son estudiantes activos y pocos egresados de la IE Integrado del CICA.

Con más observaciones se registran los siguientes en su orden:

- Eduardalexisgarciaortiz: 838 observaciones.
- urielcamargo: 776 observaciones.
- danielgonzalez2: 746 observaciones.
- julieth12: 314 observaciones.
- nathalie126: 290 observaciones.

La mayoría de las especies:

- slendyvivas: 114 especies.
- nicollenenesescardona: 111 especies.
- urielcamargo: 106 especies
- eduardalexisgarciaortiz: 96 especies
- danielgonzalez2: 95 especies
- santiagoguzman: 94 especies.

Especies más observadas:

- Corona de Cristo: 113 observaciones.
- Sapo Gigante: 104 observaciones.
- Mariposa Pavo Real Roja: 92 observaciones.
- Tulipán Moteado Asiático: 76 observaciones.
- Iguana Verde: 73 observaciones.

En 2018 investigadores del Instituto Humboldt, la Universidad Industrial de Santander, científicos invitados y ciudadanos apasionados por la naturaleza, se dieron a la tarea de consolidar y actualizar información sobre la biodiversidad del departamento. Se recopiló, datos sobre las especies que habitan en el departamento y se exploró tres ecosistemas estratégicos poco estudiados. En cada lugar se recolectaron bacterias, plantas, hongos y animales y muestras de tejidos de los organismos para conformar un gran banco para el análisis molecular. Así mismo, a partir de los saberes y percepciones de las comunidades, se indagó acerca de los servicios ecosistémicos que brinda la naturaleza y la manera como distintos actores toman decisiones sobre los recursos naturales (Quiñones, 2019).



**Figura 5** Se observa los desempeños propuestos en las observaciones o registros realizados por las comunidades científicas y no científicas

**Fuente:** Autores



En la **(Figura 5)**, de la parte superior a la inferior se encuentra los siguientes organizados en su importancia por el estudio realizado: (Ob\_Poy\_Col\_CICA: 22.677), (Ob\_Cimitarra: 16.235), (Ob\_Santander: 38.444), (Ob\_Colombia: 365.641). Lo que representa en porcentajes, el proyecto Colegio Integrado respecto a las observaciones de Colombia es del 6.20%. Mientras que las observaciones de Santander respecto al proyecto CICA es del 58% de registro de biodiversidad. El proyecto CICA tiene la mayor cantidad de observaciones **registradas en la plataforma Naturalista que el mismo departamento. En la (Figura 6)**, se observa al estudiante realizando la toma de fotografías en campo abierto a través de su celular, la calidad de la fotografía dependerá de la visión y la lente, la combinación de la curiosidad con la lente y las actitudes ecologistas. Continuamente se debe tener una buena actitud frente a lo que será fotografiado, la paciencia es el arte de enfocar, esperar, buscar el mejor ángulo, la luz perfecta o contraluz, tener unos conocimientos básicos en la biología para asignar el nombre y estar feliz con la naturaleza.



**Figura 6** Estudiantes y docente realizando el registro fotográfico a través de su celular para la plataforma Naturalista.

**Fuente:** Autores

#### 4.4. Conclusiones

Como lo afirma Ortiz, es de obligatoriedad generar un nuevo conocimiento con altos índices de criticidad, donde se reflexione las diversas problemáticas generando contextos de análisis detallado sobre la información manipulada, los entornos naturales, tecnológicos y el uso de las TICS que hacen que el mundo esté en continua comunicación.

Las Instituciones Educativas de educación superior tienen el reto de formar individuos capaces de generar conocimiento con pensamiento crítico en una cultura interdisciplinaria y transdisciplinaria que ayude a mejorar las problemáticas sociales con soluciones integrales, innovadoras y eficaces (Ortiz, 2020).

El proyecto ha generado expectativas en los estudiantes como son; la comunicación asertiva con los identificadores de diferentes lugares del mundo, el ranquin de observaciones de cada uno de los participantes, la interacción con los compañeros observadores del proyecto, los estímulos y reconocimientos por parte de la comunidad educativa a los estudiantes con mayor registro de observaciones.

Además, el reconocimiento de parte de la comunidad universitaria al grupo de mayor número de observaciones registradas, el apoyo incondicional del Instituto de investigaciones Alexander Von Humboldt y sus donaciones en material bibliográfico. De acuerdo a lo anterior, es un llamado urgente a la sociedad, pero sobre todo a lo más jóvenes, para que, a través de los padres de familia y comunidad académica, docentes, se implementen proyectos [...] D. A. (2019).

#### 4.5. Agradecimientos

A los profesores de las modalidades: agropecuaria, ambiental y todos aquellos que de una u otra forma se han vinculado al proyecto naturalista.

A los padres de familia por su apoyo en permitir el uso de los celulares y planes de datos o internet en sus residencias para con los estudiantes.

A todos los jóvenes participantes por la excelente actitud que han colocado en la vinculación al proyecto y sus responsabilidades.

A los estudiantes y egresados, comprometidos con gran número de observaciones que continúan alimentando la plataforma Naturalista.

Al Instituto Alexander Von Humboldt y su ex directora Dra. Brigitte Baptiste.

Al profesor PhD. Fernando Rondón González, de la Universidad Industrial de Santander UIS.

#### 4.6. Referencias Bibliográficas

- Alexander von Humboldt. (s.f). Naturalista: una herramienta para conectar apasionados por la naturaleza. Instituto de Investigación y recursos biológicos.
- AVENDAÑO C., WILLIAM R. (2012). La educación ambiental (EA) como herramienta de la responsabilidad social (RS). Revista Luna Azul, (35), 94-115. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3217/321727349006>
- Esteve, I. B. (1997). Aprendizaje con la Internet: una aproximación crítica. Pixel-Bit: Revista de medios y educación, (9), 1.
- Gonzá, D. A. (2019). Proyecto pedagógico para buenas practicas ecológicas para la conservación de nuestro planeta, en la granja experimental cica, Cimitarra-Santander. Revista CITECSA, 11(17), 9.
- Gonzá, D. A. (2019). La Cartografía Social (Mapeo Colectivo) En un mundo globalizado: diagnóstico y reconocimiento del territorio y la problemática ambiental en el municipio de Cimitarra-Santander. Revista CITECSA, 11(17), 22.
- Macías, C. G. V., & Freire, L. R. (2017). Plataforma Naturalista en México: herramienta deficiencia ciudadana. Índice, 12(2,872), 762.
- Martín, T. Y., García Rueda, J. J., & Ramirez Velarde, R. V. (2004). Aplicaciones de la Teoría de la Conversación a entornos docentes telemáticos. T. Yousef. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/237615442\\_Aplicaciones\\_de\\_la\\_Teoria\\_de\\_la\\_Conversacion\\_a\\_entornos\\_docentes\\_telematicos](https://www.researchgate.net/publication/237615442_Aplicaciones_de_la_Teoria_de_la_Conversacion_a_entornos_docentes_telematicos).
- Ortiz, D. A. G., Doria, L. A. P., & Díaz, N. M. Z. (2020). Investigación interdisciplinaria y transdisciplinaria como tendencia emergente de lo sistémico complejo desde el pensamiento crítico. Revista Oratores, (11), 63-83.
- Quiñones, C. D. P. (2019). Entre el río y el páramo. Conectándonos con la biodiversidad Santandereana.
- Ruano, L. E., Cap, A. T., & Congote, E. (2017). Discursos institucionales sobre la investigación formativa en instituciones de educación media. Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science, 6(4), 128-145.

Vilches Villa, M. J. (2015). Diseño e implementación de sitio web sobre la biodiversidad y distribución de las aves del Cajón del Maipo, Santiago-Chile.

Wallace, R., Flores-Turdera, C., Garitano-Zavala, Á., Gómez, M. I., Jurado, C., Maldonado, C., & Torrico, O. (2019). Reto Ciudad Naturaleza y Naturalista: Una oportunidad fantástica para la implementación de la ciencia ciudadana. *Ecología en Bolivia*, 54(2), 67-71.

### Infografía

<https://sibcolombia.net/socios/naturalista-colombia/>

<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/34274>

<https://colombia.inaturalist.org/>

<https://colombia.inaturalist.org/projects/colegio-integrado-delcarare-cimitarra-santander>

[https://www.inaturalist.org/observations?place\\_id=7196](https://www.inaturalist.org/observations?place_id=7196)

# Capítulo 5

## Arduino en la medición de Variables Ambientales, Experiencias UACJ y Universidad Libre Socorro

---

Miguel Orlando Durán Rangel<sup>1</sup>, Haimar Ariel Vega Serrano<sup>2</sup>, Oscar William Vergara<sup>3</sup>  
migueldisena@hotmail.com<sup>1</sup>; haimar.vega@unilivre.edu.co<sup>2</sup>; osver153@misena.edu.co<sup>3</sup>  
Maestrando en estudios y gestión ambiental de la Universidad Autónoma de Ciudad de Juárez;  
Docente Programa de Ingeniería Ambiental de Universidad Libre Seccional Socorro;  
Docente instructor de Centro Agroturístico SENA - Santander

---

### 5.1. Introducción

Uno de los principales obstáculos al momento de realizar un estudio de tipo ambiental es el poder contar con acceso a la información de mediciones de variables que requieren una toma de datos constante y continua en el tiempo, dentro de estas se encuentran por ejemplo variables del tiempo atmosférico, caudales de fuentes hídricas entre otras.

En este documento se hace una revisión de diferentes experiencias que se han realizado dentro de la Universidad Libre (Socorro, Santander) y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (México), en donde se ha utilizado la tecnología Arduino por parte de estudiantes de la facultad de Ingeniería Ambiental y la Licenciatura en Ingeniería Ambiental respectivamente para desarrollar equipos cuyo fin es el monitoreo constante de variables de interés ambiental.

### 5.2. Problema

Una de las principales necesidades al momento de realizar estudios ambientales es el acceso a la información y registros históricos de esta, el registro continuo de variables del tiempo atmosférico es un ejemplo muy común de requerimientos para realizar caracterización, diagnóstico y establecimiento de líneas base para poder definir normales climáticas y realizar comparaciones determinando cambios que pueden afectar a diferentes ecosistemas (Damman, 2008).

En casos como el de Indonesia, en donde las industrias vierten sus desechos industriales a las fuentes hídricas, el agua contaminada se convierte en un riesgo para las comunidades de más bajos recursos del área de influencia de las fuentes hídricas contaminadas. Precisamente la ausencia de información sobre los niveles de la contaminación del agua, no conocen si su agua cuenta con los parámetros mínimos de calidad para el consumo seguro, explotación o uso en animales (Excell & Moses, 2017).

Contar con la información ambiental es de gran importancia al momento de realizar estudios de las dinámicas de los procesos naturales, además de analizar situaciones que generen algún tipo de riesgo, para de esta forma dar un apoyo al proceso de toma de decisiones y de esa forma poder establecer medidas de prevención, control y mitigación de eventos extremos que puedan afectar a comunidades que se encuentren expuestas ante cualquier tipo de evento climático adverso, permitiendo disminuir la cantidad de daños en zonas de riesgo (Damman, 2008).

Los estudios y evaluaciones de impacto ambiental, necesitan de una gran cantidad de información primaria de diferentes aspectos, los cuales se deben obtener de preferencia de redes de monitoreo ambiental, convirtiéndose en “Indicadores Ambientales”, sin embargo, el acceso a estos tienen varias limitantes de carácter metodológico y empírico, dentro de los cuales se pueden presentar, restricciones, problemas en las mediciones y la representatividad durante el periodo de toma de muestra (Perevochtchikova, 2013).

### 5.3. Metodología

En general, al momento de construir los equipos de medición que se muestran en este documento utilizando la tecnología Arduino, se realizó el siguiente procedimiento:

- Determinar la cantidad de variables que se iban a medir, con esta información, se seleccionó la placa Arduino (Leonardo, Uno, MEGA) que por cantidad de pines disponibles y capacidad de memoria se adaptara a cada uno de los proyectos.
- Establecer las formas disponibles para la medición de las variables y a su vez, una consulta bibliográfica para determinar los sensores disponibles para Arduino que permitieran medir con los niveles de precisión deseados y los rangos necesarios de acuerdo con el estudio que se requería hacer.
- Realizar la conexión de sensores a la placa Arduino y el proceso de programación, en este caso, se requirió la ayuda de ingenieros expertos en programación y electrónica, como en el caso del proyecto del sistema de medición automatizado de nivel para los humedales de evapotranspiración (Durán, 2018), en donde el Ingeniero Oscar Vergara del Tecnoparque del SENA desarrolló el código de programación y se encargó de todo lo relacionado con la electrónica del proyecto.

Después de realizar todo el proceso de instalación y programación, se realiza la calibración de los sensores, realizando mediciones con un instrumento de referencia y determinando el nivel de error que estos puedan tener, y corrigiendo si estos porcentajes de error son significativos, después de tenerlos calibrados se pone en funcionamiento el prototipo realizado.

## 5.4. Resultados

### 5.4.1. Experiencias en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Inicialmente en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en el laboratorio de Climatología y calidad del aire en México, bajo la dirección del Doctor Felipe Adrián Vázquez se realizó un manual de construcción de instrumentos de medición meteorológicos con Arduino (Durán, 2016). En este documento, se presentaban instrucciones para la construcción de prototipos de medición de variables del tiempo atmosférico como lo son temperatura, humedad relativa, precipitación y evaporación. Esto con el objetivo de generar un material guía para los estudiantes de la clase de meteorología de la licenciatura en Ingeniería ambiental.

Con dicho manual, se inició un proceso bajo el docente titular de la materia de meteorología y se desarrolló como trabajo final de la clase, un reto en donde teniendo como base las instrucciones del documento mencionado anteriormente los estudiantes debían diseñar y construir un prototipo utilizando la tecnología Arduino, que permitiera hacer seguimiento a algún tipo de variable de interés ambiental.

Es así como desde el año 2017 se inició con dicha actividad de forma semestral y se han presentado prototipos como:

Estaciones meteorológicas  
Medidores de gases ( $CO_2$  y  $CO$ )

- Recolectores de lluvia ácida
- Anemómetros
- Medidores de radiación solar
- Detectores de niveles de radiación UV
- Medidores de temperatura
- Medidores de material particulado



**Figura 1** Estudiantes de la UACJ desarrollando un prototipo con Arduino  
**Fuente:** Autores



**Figura 2** Estudiantes de la UACJ en la presentación del proyecto final de prototipos con Arduino  
**Fuente:** Autores

Como se muestra en la (**Figura 1**) el proceso inicia desde el aula de clase, en donde se les dan las bases de programación y manejo de Arduinos, incluso clases adicionales dadas por el maestro *Juan Chávarri* quien los orienta hasta profundizar mucho más en el proceso de construcción del prototipo, para finalizar el semestre, se realiza un evento en donde los estudiantes exponen el funcionamiento de sus prototipos y todo el proceso que realizaron hasta obtener su resultado final como se observa en la (**Figura 2**), a dicho evento se invita personal externo a la universidad, vinculado al sector industrial de Ciudad Juárez, quienes juzgan los proyectos hasta declarar a un ganador.

#### 5.4.2. Experiencias en la Universidad Libre en el Socorro - Estación de Medición de Caudal (*Durán, 2017*)

Este proyecto realizado con el objetivo de desarrollar una estación de medición de caudal para fuentes hídricas utilizando el sistema Arduino, utilizó una placa Arduino Uno R3, un sensor de ultrasonido SRF-05 y una protoboard, siendo estos materiales bastante económicos y fáciles de conseguir.



**Figura 3** Prototipo de Estación de Medición de Caudal  
**Fuente:** Autores





**Figura 4** Pruebas Dinámicas del prototipo  
**Fuente:** Autores



**Figura 5** Sensor de ultrasonido en proceso de medición  
**Fuente:** Autores

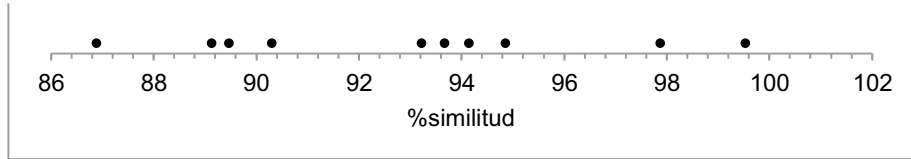
En la (**Tabla 1**) se presenta el resumen de los resultados obtenidos en las pruebas estáticas, en donde se realizaron 10 pruebas, y se obtuvo una precisión promedio por parte del prototipo del 92.9%, con una desviación estándar de 3.9, esto quiere decir que el equipo tiene una confiabilidad aceptable.

En comparación a los caudales calculados en función de los datos obtenidos con el flexómetro que tuvieron una precisión promedio del 95.9% con una desviación estándar de 3.1.

**Tabla 1** Estadística Descriptiva Precisión de las pruebas estáticas

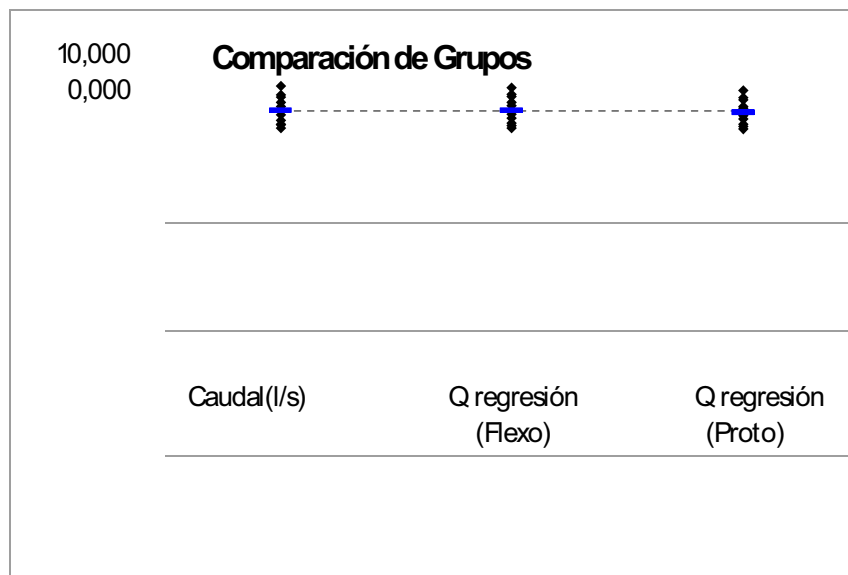
	Flexómetro	Prototipo
<b>Número de Datos</b>	10	10
<b>Media</b>	95.9	92.9
<b>Desviación Estándar</b>	3.1	3.9

**Fuente:** Autores



**Figura 6** Dotplot precisión del prototipo en las pruebas dinámicas  
**Fuente:** Autores

Para asegurar si realmente existía una diferencia significativa en las mediciones realizadas con el prototipo y las realizadas con el flexómetro se hizo el análisis de varianza cuyo resultado se muestra en la (Figura 7).



**Figura 7** Resultados del Análisis de Varianza en las pruebas estáticas  
**Fuente:** Autores

En este ANOVA se obtuvo un P-Value de 0.94 que permite establecer con un 95% de confiabilidad que no existe diferencia significativa entre los caudales calculados con las mediciones realizadas con el flexómetro y el prototipo comparadas al aforo volumétrico.

Experiencias en la Universidad Libre en el Socorro - Sistema Automatizado de medición de nivel en humedales de evapotranspiración (Durán, 2018).

Para este proyecto, se utilizaron la placa Arduino MEGA 2560, un sensor de distancia láser Adafruit modelo Gy-530 VL53L0X, pantalla LCD, módulo de reloj y módulo de almacenamiento. Con la ayuda del especialista Oscar Vergara se realizó la construcción y programación del prototipo, el cual fue puesto a prueba en los humedales de evapotranspiración de vertimiento cero de la Universidad Libre en el Socorro, diseñados y construidos por el ingeniero Haimar Ariel Vega Serrano.



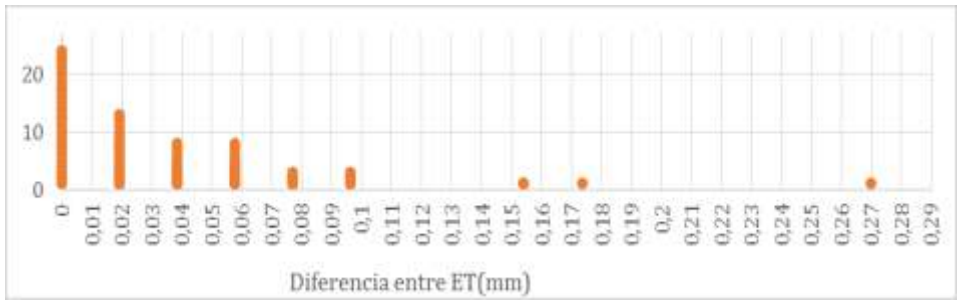
**Figura 8** Tubo dispensador de Agua de los Humedales de ET  
Fuente: Autores



**Figura 9** Montaje del prototipo en los humedales  
Fuente: Autores

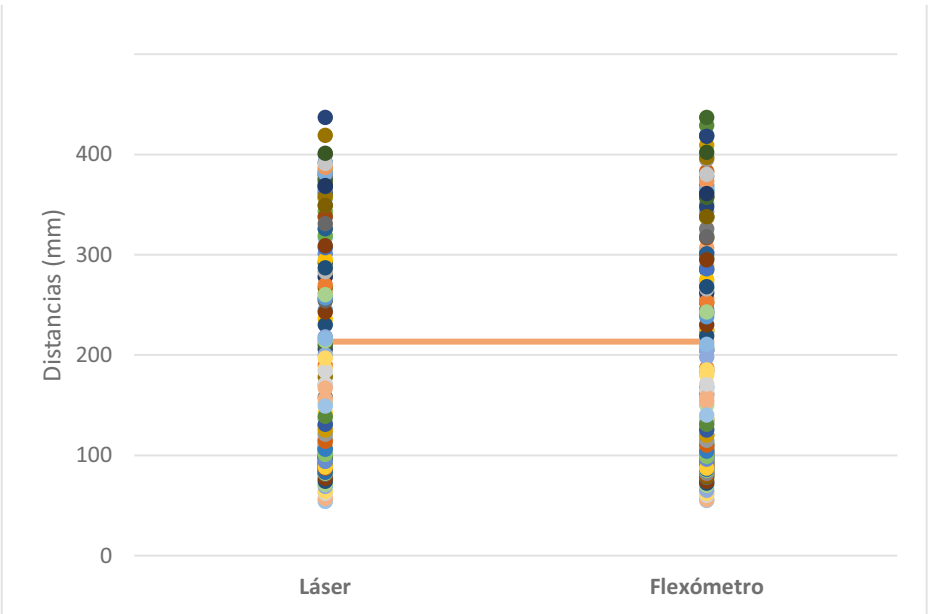
En dichos humedales se instaló el prototipo en el tubo dispensador de agua mostrado en la (**Figura 8**), en el cual se almacenaba el agua que, con el paso del tiempo, las plantas iban consumiendo y evapotranspirando, variando el nivel dentro de este, el cual fue registrado por el prototipo en un intervalo de 15 minutos, iniciando desde las 6:40 a.m. hasta las 6:20 p.m. durante un periodo de 6 días, dichos humedales estaban cubiertos para evitar la posibilidad de interferencias por factores como la precipitación, tal y como se observa en la (**Figura 9**). Para determinar el porcentaje de precisión, se realizaron mediciones del nivel de agua con un flexómetro al mismo tiempo que el equipo realizaba el registro de la información, luego, la diferencia en el nivel del agua era usada para calcular la evapotranspiración real del humedal y se realizaron comparaciones entre los resultados obtenidos con la información de los 2 instrumentos.

Después de calcular la diferencia entre los cálculos de ET basados en las mediciones del prototipo y del flexómetro, se encontró una diferencia promedio de  $0.038 \text{ l/m}^2$  con una desviación estándar de  $0.041 \text{ l/m}^2$ , después se realizó el dotplot de la (**Figura 10**), en donde se determina que la mayor concentración de datos se encuentra con una diferencia entre 0 y  $0.06 \text{ l/m}^2$ .



**Figura 10** Dotplot diferencia entre ET calculada con datos del prototipo y del flexómetro  
**Fuente:** Autores

Por último, se realizó un análisis de varianza entre las evapotranspiraciones con cada uno de los instrumentos, en donde se obtuvo un p-Value de 0.77, establecer con un 95% de confianza que no existía ninguna diferencia significativa entre las evapotranspiraciones obtenidas con las mediciones del prototipo y las del flexómetro.



**Figura 11** Comparación entre grupos de ET calculada con mediciones del prototipo y el flexómetro  
**Fuente:** Autores

## 5.5. Conclusiones

El prototipo de la estación de medición de caudal cuenta con un 92.91% de precisión y un coeficiente de variación de 4.3% en las pruebas Dinámicas.

Con un 95% de confianza se puede establecer que no existe una diferencia significativa entre las mediciones realizadas con el prototipo de la estación de medición de caudal, un flexómetro y un aforo volumétrico. El sensor más adecuado para medir la variación de nivel en el humedal se estableció es el láser.

El equipo desarrollado para la medición de nivel en los humedales permite realizar cálculos de ET basados en mediciones con un nivel de incertidumbre entre 0.03 y 0.05 l/m<sup>2</sup> en comparación con las realizadas con un flexómetro.

En general, la tecnología Arduino permite realizar prototipos que facilitan la medición de variables de tipo ambiental, contando con poca diferencia en la precisión comparada con otros equipos.

## 5.6. Referencias Bibliográficas

- Aguilar-Ortiz, J., & Márquez-Aguilar, A. (2015). Ambientes de aprendizaje para la ciencia usando tecnología Arduino. In II Simposio sobre comunicación de la ciencia y la tecnología en Latinoamérica (p. 15).
- Belmonte, F., & Romero, A. (2006). Medida De La Evapotranspiración Real En Coberturas Vegetales Semiáridas, 43, 5-17.
- Bucio Kelso, H., Bâ Mamadou, K., Sánchez Morales, S., & Reyes López, D. (2012). Automatización de un lisímetro de pesada Resumen Introducción. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 4, 807-811.
- Buitrago, L. G. (1999). El Clima de la Provincia de Jujuy. San Salvador de jujuy. Tomado de [http://www.dipec.jujuy.gov.ar/ag\\_datosclimaticos/el\\_clima\\_de\\_la\\_provincia\\_de\\_jujuy.pdf](http://www.dipec.jujuy.gov.ar/ag_datosclimaticos/el_clima_de_la_provincia_de_jujuy.pdf)
- Castañeda, C. (2014). <https://youtu.be/lnvxwU05ZPk>. Tesis de Maestría. Tomado de [http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/2046/1/Castaneda\\_Ibanez\\_CR\\_MC\\_Hidrociencias\\_2013.pdf](http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/10521/2046/1/Castaneda_Ibanez_CR_MC_Hidrociencias_2013.pdf)
- Casuriaga, O. L. C., & Ibars, R. A. F. (2006). Comparación de la evapotranspiración del cultivo de referencia mediante cinco métodos, propuestos por la FAO. Investigación Agraria, 8, 58-65. Tomado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiagpvLitPYAhWEmuAKHe3iB7UQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.agr.una.py%2Frevista%2Findex.php%2Fria%2Farticle%2Fdownload%2F102%2F98%2F&usq=AOvVaw03baw4AXIDPot1aWcl02YX>
- Durán, M. (2016). Manual de construcción de instrumentos de medición meteorológicos con Arduinos (p. 19) [Académico]. Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Durán, M. (2017). Desarrollo de una estación de medición de caudal de fuentes hídricas utilizando el sistema Arduino (p. 14) [Académico]. Universidad Libre.
- Durán, M. (2018). Desarrollo de un sistema automatizado de medición de nivel en humedales de evapotranspiración. Universidad Libre, Socorro.
- Excell, C., & Moses, E. (2017). Transparency and Poor People's Struggle for Clean Water in Indonesia, Mongolia, and Thailand. Recuperado de <https://www.wri.org/publication/thirsting-for-justice>

- Huerta, H. V., Vásquez, A. C., Solís, R. M., Maquera, W., & Arakaki, T. (2010). Sistema inteligente para medir volumen de líquidos utilizando sensores de ultrasonido. *Revista de Investigación de Sistemas E Informática*, 7(1), 17-25. Tomado de [http://200.62.146.19/Bibvirtual/Publicaciones/risi/2010\\_n1/v7n1/a03v7n1.pdf](http://200.62.146.19/Bibvirtual/Publicaciones/risi/2010_n1/v7n1/a03v7n1.pdf)
- López Ayala, J. C., & Albóniga Gil, R. (2015). Dispositivo electrónico de medición del caudal de agua para canales abiertos Electronic device of mensuration of the flow of water for open channels. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24, 91-99. Tomado de <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-4956-la-incertidumbre-medida-magnitud-metodo-montecarlo.aspx>
- Marín, V. (2010). Evaluación de la relación entre la evapotranspiración potencial teórica y evaporación registrada en los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca, 174. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Monk, S. (2015). 30 Proyectos Con Arduino. 30 (Vol. 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mulleady, C., & Barrera, D. (2013). Estimación de la tasa de evapotranspiración a partir de datos satelitales MODIS. *Meteoro Lógica*, 38(1), 105-120. Tomado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/meteoro/v38n1/v38n1a02.pdf>
- Murillas, A., & Londoño, E. (2014). Estimación De La Evapotranspiración En Cultivos De Arroz Con Sensores Remotos. *Igarss 2014*. Universidad del Valle. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Navarro, D., Ríos, L. H., & Parra, H. (2004). Sensores de ultrasonido usados en robótica móvil para la medición de distancias. *Scientia Et Technica*, X (25), 35-40. Tomado de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84911685008.pdf>
- Páramo, A., Gallegos, E., & Ramírez, H. (2014). Medición y análisis de formas con sensor de distancia infrarrojo. In *ECORFAN* (pp. 174-179). Bajo Salamanca. Tomado de <http://ecorfan.org/handbooks/Ciencias de la Ingeniería y Tecnología T-VI/ARTICULO 18.pdf>
- Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública*, XXII (2), 283-312.
- Vargas Jiménez, D. S., Rodríguez Espinosa, E. V., & Otero Foliaco, J. E. (2013). Alternativas para la detección y monitoreo de amenazas sísmicas basadas en Arduino. *Ingenierías USB med*, 4(2), 45-54. <https://doi.org/10.21500/20275846.290>





# Capítulo 6

## Polímeros: Estrategias Multidimensionales para pensar el desarrollo sostenible

Guaque Torres, María del Pilar<sup>1</sup>; Sandra L. Cristancho C.<sup>2</sup>, González R., Laura<sup>2</sup>; Ríos T, Yuli T.<sup>2</sup>; Gamboa P, Mónica D<sup>2</sup>; Bolívar L., Adriana M<sup>2</sup>; Granados N., Jenifer D.<sup>2</sup>; Camacho T, Yenifer K.<sup>2</sup>; Lizarazo C, Yeni N.<sup>2</sup>; Mantilla P, Camilo A.<sup>2</sup>; Fonseca C., Jessica T.<sup>3</sup>; Duran B, José A.<sup>3</sup> y Hernández S., Leidy P.<sup>3</sup>

pilar.guaque@unilibre.edu.co; sandra.cristancho@unilibre.edu.co; laurag-gonzalezr@unilibre.edu.co; yulit-riost@unilibre.edu.co; adm.adriana.bolivar@gmail.com; jeniferd-granadosn@unilibre.edu.co; monicad-gamboap@unilibre.edu.co; yeniferk-camachot@unilibre.edu.co; yenin-lizarazoc@unilibre.edu.co; camiloa-mantillap@unilibre.edu.co; ingjoseduran\_@hotmail.com ingjoseduran\_@hotmail.com; leidyphernandezs@unilibre.edu.co; jessicat-fonsecac@unilibre.edu.co

Docente Investigador de Programa ingeniería Ambiental; Docente Investigador de Facultad Ciencias de la Educación; Estudiantes de Programa ingeniería Ambiental Universidad Libre Seccional Socorro

### 6.1. Introducción

La problemática sobre residuos sólidos urbanos (RSU) ocupa un lugar preponderante en la agenda ambiental que debe ser atendida prioritariamente por municipios y departamentos en Colombia. Si bien en Santander la producción de residuos sólidos se ubica como una producción intermedia con 300-1000 toneladas diarias [1], la perspectiva en Colombia mantiene el panorama desalentador toda vez que se generan en promedio 283Kg de residuos sólidos anuales por habitante y se calcula que en 2030 se tendrá un déficit de capacidad instalada para la disposición final en rellenos sanitarios para 10,28 millones de toneladas de estos residuos [2].

Llama la atención la contribución específica que el material polimérico (plásticos) ha generado en la problemática de disposición de residuos urbanos a nivel global. Un reciente cálculo de la cantidad de material polimérico desechado desde 1950 hasta 2015 en el mundo, indica que de los 350 millones de toneladas métricas de material polimérico desechado cerca del 50% corresponden a polipropileno (PP) y a polietileno de alta y baja densidad (HDPE, LDPE por sus siglas en inglés) [3]. De esta cifra se deduce que el mayor impacto ambiental apreciable en suelos y océanos se debe a empaques para alimentos y bebidas, juguetes, películas transparentes, telas, equipo de laboratorio y autopartes que son los usos principales de estos dos tipos de polímeros.

Es de especial importancia, el material de empaques y embalaje de único uso porque normalmente tienen una vida útil muy corta (inferior a 1h) pero un tiempo de degradación excesivo (superior a 100años). Se calcula que el 59% de la generación de residuos poliméricos en la Unión Europea concierne a este tipo de material de único uso lo que corresponde a un acumulado de cerca de 20 millones de toneladas para 2015 del material [4]. En el ámbito local, la Asociación Colombiana de Industrias Plásticas (ACOPLÁSTICOS) reportó en 2015 una capacidad instalada para la producción de 1.328.000 toneladas de resinas poliméricas con un 56% de ellas especialmente dedicadas a la producción de

material de empaque y embalaje [5]; mientras que el volumen de consumo para Colombia es de 28,4kg per cápita cuyo 53,3% corresponde a polímeros para empaque [6].

Teniendo en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) -en especial el referente a Ciudades Sostenibles (11)- y los documentos sobre crecimiento verde para Colombia, se hace necesaria la búsqueda de alternativas tendientes a desarrollar en el país el concepto de economía circular que permita el cierre de ciclos productivos maximizando el aprovechamiento de residuos y generando relaciones cooperativas entre sectores productivos para minimizar los residuos [7].

La versatilidad que el material polimérico tiene para múltiples aplicaciones industriales y cotidianas, así como su capacidad para mantenerse inerte frente a múltiples ambientes tradicionalmente conocidos como adversos en la ingeniería de materiales (corrosión, degradabilidad, inestabilidad entre otros) constituyen sus principales ventajas para aplicación y hoy por hoy también sus principales problemas. Se tienen grandes volúmenes del material en los rellenos sanitarios y no se tienen tecnologías adecuadas para agilizar su degradación en el ambiente. De esta forma, es uno de los principales contribuyentes en la emergencia por espacio en dichos rellenos sanitarios. La problemática se hace más evidente cuando se analiza todo el ciclo de vida del producto que incluye la extracción de petróleo (la mayoría de resinas son derivadas de la industria petroquímica), su refinamiento para la producción de monómeros (unidades básicas de los polímeros), las reacciones químicas para lograr su polimerización y convertirla en resina, el maquinado para la obtención de un producto comercial, el tiempo de uso y de servicio por parte de consumidores/as, y finalmente la disposición final en donde se espera su descomposición. Si bien, se podrían ejemplificar los pasos contaminantes de cada uno de los procesos y sus operaciones unitarias, el foco actualmente se centra en los últimos dos planteados y específicamente en las resinas usadas para material de empaque y embalaje por su alto volumen de producción y rapidez de eliminación sin posibilidades de descomposición. Justamente, las bolsas plásticas y en general todo el material polimérico para embalajes y empaques tienen un tiempo de uso reducido (minutos - única vez) pero un tiempo de disposición final comprometedor (mínima biodegradabilidad que implica años y siglos de permanencia en el ambiente).

En esta perspectiva, se plantea la problemática ¿Cuáles son las diferentes estrategias para disminuir el impacto ambiental asociado al uso indiscriminado de materiales poliméricos para embalaje y empaque?

Como parte de las labores de investigación formativa, el semillero de investigación en Ciencias Químico-Biológicas y Ambientales (IQ-ByA) de la Universidad Libre Seccional Socorro ha planteado el estudio local de múltiples estrategias relacionadas con la temática que han sido ampliamente exploradas en la comunidad científica internacional y que ha dado como resultado, diferentes trabajos desarrollados con los/as estudiantes que se presentarán a lo largo del presente documento.

**Palabras clave:** Educación ambiental; Ácido láctico; Biopolímeros de almidón; Reciclaje de polímeros; Pirólisis.

## 6.2. Estrategias Multidimensionales para Pensar el Desarrollo Sostenible

### 6.2.1. Educación Ambiental

A partir de la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi (Rusia 1977) se postula la importancia de la educación ambiental en el mundo estableciéndola como una temática de estudio prioritaria. Varios autores/as definen la Educación ambiental, pero en general se acepta que es un área del conocimiento enfocada en buscar acciones efectivas a favor del medio ambiente por medio de ambientes de aprendizaje en donde las personas estudian y entienden la importancia de la interacción entre sociedad y naturaleza [8].

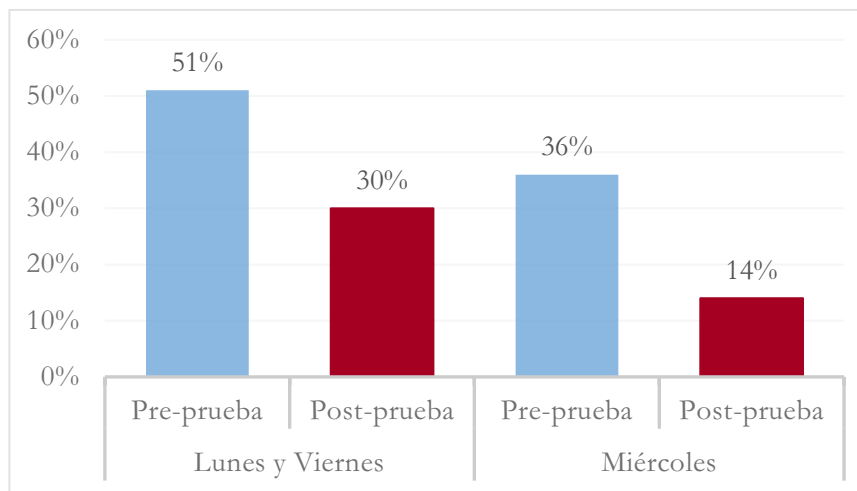
Bajo la premisa de buscar acciones efectivas a favor del medio ambiente, se plantean diferentes estrategias educativas que permitan la sensibilización ciudadana para motivar cambios en sus hábitos de consumo. Estas estrategias educativas se han planteado principalmente desde una perspectiva que apela a la respuesta consciente de los/as participantes del estudio como por ejemplo campañas ambientales, encuestas y entrega de material didáctico para garantizar el acceso de la población a la información necesaria para motivar un comportamiento proambiental [9]-[11].

Por otro lado, también se han implementado estrategias que apelan a la respuesta inconsciente que implican imágenes, sonidos y experiencias donde no hay información por compartir sino cuestiones vivenciales para generar respuestas que buscan ayudar a los participantes modular hábitos cotidianos con menor impacto ambiental. Puntualmente, se ha planteado la herramienta de priming definida como “un proceso que activa conexiones particulares o asociaciones en la memoria, antes de que se lleve a cabo una acción consciente” [12].

El priming afecta la toma de decisiones a través de estímulos (palabras, objetos, números) no relacionados con el procesamiento consciente de la información, sino que apela a la teoría del comportamiento planeado según la cual la intención que motiva un comportamiento pro-ambiental tiene tres componentes: la identificación individual, la presión social comunitaria y las habilidades o recursos disponibles en el contexto para motivar el comportamiento proambiental [13]-[15]

Atendiendo a las respuestas conscientes, se realizó una campaña de Educación Ambiental con los/as habitantes de un sector en el Socorro Santander. La investigación tuvo un enfoque metodológico mixto con un análisis correlacional usando un diseño experimental de pre-prueba/post-prueba consistente en evaluar la separación en la fuente a través de encuestas y revisión visual de los residuos en cada hogar en los días de recolección que la empresa de aseo ha fijado para el sector. El objetivo principal fue evaluar la influencia de la campaña sobre el comportamiento de los/as involucrados/as con respecto a la separación en la fuente. El 72% de los/as encuestados/as declaró que aplica un método de separación en la fuente, pero el análisis de campo realizado en su fase diagnóstica mostró que el porcentaje de ciudadanos/as que combina sus residuos es del 46%. Dado que el 90% de los/as

encuestados/as declaró interés en aprender sobre la correcta separación de residuos en el hogar, se realizó un arduo trabajo de campo consistente en visitar a cada una de las familias del sector para charlar sobre la temática, tomándose el tiempo para explicarle a cada uno de los miembros del núcleo familiar la mejor forma de hacer la separación en la fuente. Posteriormente, se evaluó si los residuos de cada una de las casas implicadas en la campaña de educación ambiental seguían las indicaciones planteadas. El nombre de la campaña ECOSOC "Mi compromiso es ambiental" buscó recordar y clarificar dudas que tenía la población, sujeto de estudio sobre el tema de separación en la fuente. El análisis comparativo de los datos pre y postprueba señalaron que el 20% de la población () mejoró su práctica de separación de residuos respetando el tipo de residuos y días de recolección fijados por la empresa encargada del servicio de aseo en el municipio.



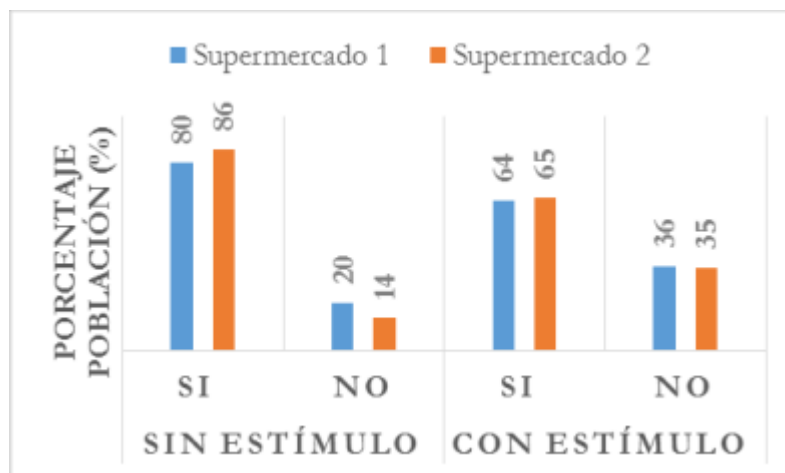
**Figura 1** Análisis pre y pos-prueba de la adecuada separación de residuos sólidos.

**Fuente:** Adaptado de [16]

Si bien el trabajo se desarrolló como parte de un trabajo de aula, es necesario tener en cuenta que la posibilidad de que el cambio se convierta realmente en hábito depende de la continuidad en el proceso y la posibilidad de que los involucrados, encuentren realmente necesaria la transformación planteada.

Por otra parte, apelando a la respuesta inconsciente se desarrolló un estudio experimental descriptivo tendiente a valorar el impacto que tiene un estímulo visual sobre la decisión de llevar bolsas plásticas para sus compras en dos supermercados del Socorro-Santander. La primera parte del estudio se desarrolló en el momento del pago en presencia/ausencia de una imagen que ejemplifica la contaminación generada por las bolsas plásticas en el medio ambiente, usando un diseño de experimentos pre-prueba/postprueba con observación y listas de chequeo. La segunda parte del estudio se desarrolló después de la compra con un globo terráqueo hecho de bolsas plásticas y ubicado en una zona céntrica del municipio dirigido a los/as usuarios/as que ya han salido del establecimiento comercial y llevan sus compras en bolsas

plásticas. En este caso, se buscaba conocer la percepción ciudadana sobre el impacto ambiental de las bolsas plásticas por medio de un diseño de experimentos semi-experimental con única medición. Los resultados indicaron que hubo una reducción de entre un 16-21% en el uso de bolsas plásticas cuando el estímulo visual fue puesto en el momento del pago, mientras que el 80% de la población que fue encuestada después de la compra conoce las consecuencias del uso indiscriminado de bolsas plásticas, pero no implementa prácticas que disminuyan tal impacto [17]. Los dos resultados están de acuerdo con reportes previos sobre el efecto de estrategias visuales en el comportamiento pro-ambiental de la población sujeto de estudio [18]. Vale la pena resaltar que una de las recomendaciones más importantes para disminuir el uso de bolsas plásticas en los supermercados es motivar una adecuada capacitación de cajeros/as para que pregunten primero si desean llevar bolsas ya que esta pregunta puede reforzar la respuesta inconsciente de los/as usuarios/as del supermercado. Es importante señalar que la respuesta inconsciente sólo emerge cuando hay un conocimiento previo de las personas involucradas en el estudio que les motive a pensar en su propio comportamiento y es por ello, que se propone la continuidad de los dos tipos de estrategias para realmente impactar positivamente en el comportamiento pro-ambiental de la población.



**Figura 2** Elección de consumidores/as frente a un estímulo visual  
**Fuente:** Adaptado de [17]

Es importante recordar que la educación ambiental es entendida:

"...como un proceso educativo integral, continuo, expresivo, lleno de destrezas materiales, de experiencias y conocimientos útiles sobre la naturaleza y su equilibrio ecológico, el cual debe ser desarrollado bajo objetivos y metas en un tiempo y espacio que abarque toda la educación del niño, del joven, del adulto y del anciano. Su aplicación tiene que ser desarrollada como un proceso continuo y permanente, conducente a educar, orientar y desarrollar valores estratégicos que logren prevenir y resolver los álgidos problemas ambientales de los actuales y futuros tiempos" [18].

### 6.2.2. Producción de monómeros para la síntesis de polímeros biodegradables

Teniendo en cuenta que la mayoría de las resinas poliméricas provienen de monómeros que derivan de la industria petroquímica y por lo tanto su impacto ambiental también está asociado a esta actividad productiva, es necesario pensar formas alternativas de producción de polímeros que reduzcan los impactos asociados a su producción. En esta perspectiva, se han desarrollado trabajos tendientes a estudiar la efectividad del uso de microorganismos para la producción de monómeros tales como el ácido láctico. Partiendo de ácido láctico, es posible la producción de Ácido Poliláctico (PLA por sus siglas en inglés) un polímero alifático termoplástico biodegradable y biocompatible [19], comúnmente usado para embalajes de frutas frescas y vegetales [20]. Posee ventajas relacionadas con la posibilidad de síntesis a partir de diferentes materiales de desecho y facilidad de modificación de sus propiedades por variación de la relación de isómeros D/L, por copolimerización con otros monómeros y funcionalización con diferentes compuestos bioactivos. El conjunto de estas cualidades hace que la demanda mundial de PLA se mantenga en continuo crecimiento con perspectivas de triplicar las demandas actuales para el 2020 (\$5,2 mil millones para 2020, registrando una tasa compuesta anual de 19.5% durante el período 2013-2020) [21].

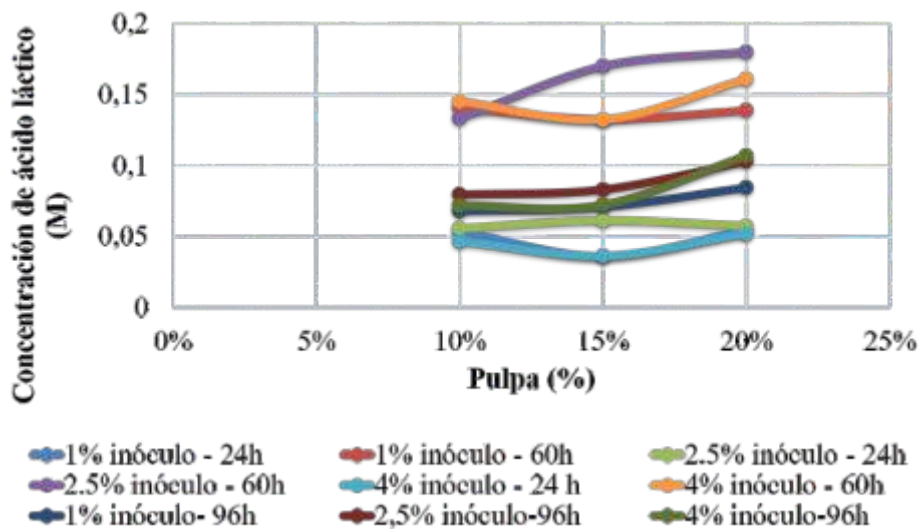
El 90-95% de la producción mundial de ácido láctico se realiza por fermentación anaerobia de almidón o polisacáridos obtenidos de biomasa, ya que, dependiendo de la fuente de carbono usada, los rendimientos para producción de los isómeros L y D varía entre 80 y 75% respectivamente [20]. Se han reportado rendimientos superiores al 90% para medios de cultivo conteniendo glucosa (12-15%), temperatura (37-45 °C), pH entre 5 - 7 unidades y algunos suplementos como peptona o extracto de levadura (asegura provisión de nitrógeno) usando cepas de *L. delbrueckii* o *L. casei* [22], [23].

El uso de biomasa y residuos agroindustriales para la producción de productos químicos de alto valor agregado ha sido un renglón importante en la biotecnología de los últimos años y es por ello que la producción de ácido láctico ha sido ampliamente explorada con recursos como melaza de mazorca de maíz (74,7g/L), hidrolizado de madera (93%), bagazo de yuca (83.8%), fibras de alfalfa (46.4g/L) y residuos lignocelulósicos (27g/L) entre otros [24].

En la composición química de mucílago y pulpa de café se reconoce un alto porcentaje de azúcares que permiten procesos de fermentación de interés a nivel industrial como producción de etanol, ácido láctico, ácido acético y ácido butírico. Los productos de fermentación varían de acuerdo con el tipo de bacterias y levaduras naturales del sustrato, así como de su composición y las condiciones de crecimiento de los microorganismos [25]. En la producción de ácido láctico se observan procesos heterofermentativos u homofermentativos. Estos últimos, representan mayor rendimiento a producto ya que minimizan los productos secundarios, haciendo uso de bacilos como *Lactobacillus* genus, *Lactobacillus delbrueckii*, *L. amylophilus*, *L. bulgaricus*, y *L. leichmanii*, en un rango de pH de 5.4 a 6.4, con temperatura de 38 a 42°C, y una baja concentración de oxígeno [26].

Estudios realizados sobre la microbiología y cinética de fermentación de mucílago de café, realizados por CENICAFÉ, demuestran que independiente del estado de maduración y selección de los granos, después de 40h de iniciado el proceso fermentativo, la población bacteriana que predomina es del tipo Lactobacillus (típicamente productoras de ácido láctico) con el consecuente consumo de azúcares totales y aumento de la acidez total en el medio de cultivo [25], [27], [28]. Científicos colombianos y alemanes, plantearon la fermentación con Bacillus coagulans de mucílago de café obteniendo un rendimiento del 70% de producción de ácido láctico (0.7g por cada gramo de azúcares libres) [29]. En otra investigación, se obtuvieron rendimientos del 78% de producción de ácido láctico por cada gramo de azúcares libres a partir de pulpa de café previamente hidrolizada con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [30].

Dados los antecedentes mencionados, se planteó un diseño experimental de 3 factores con 3 niveles y 3 variables de respuesta (3\*3). El análisis se hizo por triplicado iniciando con la inoculación de cepas de Lactobacillus sp. en pulpa de café mediante fermentación anaeróbica. Se eligieron tiempos de fermentación de 24, 60 y 96h; porcentajes de pulpa en el medio de cultivo de 10, 15 y 20% en peso y porcentajes de inóculo Lactobacillus sp. en medio de cultivo de 1, 2.5 y 4%. El seguimiento del proceso se realizó por determinación química de ácido láctico. La mayor concentración de ácido láctico que se obtuvo en todo el proceso de fermentación anaeróbica fue a las 60 horas de fermentación, con un 2.5 % de inóculo y 20% de concentración de pulpa de café (*Figura 3*).



**Figura 3** Producción de ácido láctico a partir de fermentación de pulpa de café.  
Fuente: Autores.

La producción del ácido láctico depende de la disponibilidad de azúcares reductores en el medio de fermentación que puedan dar lugar al proceso fermentativo. Es por ello que ajustar la cantidad de pulpa de café requerida para un correcto desarrollo de los microorganismos es una de las variables importantes a tener en cuenta. Recientes investigaciones plantearon como

óptimo el porcentaje de 16.6% lo que concuerda con el resultado presentado en el presente trabajo en donde los mejores porcentajes se dan con una concentración de 15 a 20% [30]. De la misma forma, la cinética de crecimiento microbiano determina los tiempos de fermentación adecuados para alcanzar la mayor producción del metabolito de interés. De acuerdo con Puerta-Quintero (2011) el tiempo de mayor presencia de *Lactobacillus* en mucílago de café es 52h lo que coincide con los resultados encontrados en la presente investigación para la pulpa [25]. Mayores tiempos de fermentación no implican mayor productividad por cuanto el ácido láctico puede ser consumido después de su producción. Un análisis microbiológico del presente trabajo, mostró que la mayor cantidad de microorganismos se presenta a 60h de fermentación, tiempo en el cual también se obtiene la mayor cantidad de ácido láctico. Si bien, con el presente trabajo de optimización se lograron encontrar condiciones iniciales de trabajo para el proceso fermentativo, la productividad es de 0,23g/L\*h; mientras que trabajos previos han reportado productividades de hasta 4g/L\*h [30] lo que motiva la realización de estudios más profundos que puedan mejorar la disponibilidad de azúcares reductores para el proceso fermentativo. Las opciones a evaluar en el futuro inmediato de la presente investigación son la hidrólisis ácida con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para hidrolizar la celulosa presente en el material vegetal de partida o el previo secado de la pulpa para minimizar la presencia de microorganismos que compiten por la fermentación inicial de la pulpa.

### 6.2.3. Modificación de almidones para producción de biopolímeros con posibles aplicaciones industriales.

Si bien la producción de ácido láctico para la producción de polilactato es una estrategia viable para disminuir el impacto ambiental, es importante señalar que el proceso de polimerización (el paso desde 1 molécula de ácido láctico a miles de ellas unidas para considerarlo como polilactato) aún sigue siendo un procedimiento con alto impacto ambiental cifrado en el uso de altas temperaturas, presiones y catalizadores inorgánicos que permitan la reacción. Es por ello, que la comunidad científica internacional ha planteado el uso directo de algunos polímeros naturales encontrados en diferentes organismos vivos, como una estrategia probable de disminuir aún más el impacto asociado a su producción y uso. Se han encontrado diferentes bacterias capaces de producir diferentes clases de polímeros tales como *Xanthomonas campestris* para la producción de goma Xantan; *Bacillus* sp para la producción de poliglutamato (PGA); *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp. y *Rastonias* sp para la producción y acumulación de polihidroxialcanoatos (PHA) entre otras múltiples cepas que permiten abrir la puerta para la producción de polímeros con menor impacto ambiental [31]. La alternativa de producción de polímeros a partir de bacterias reviste un interés importante por cuanto se puede hacer uso de herramientas biotecnológicas para maximizar su producción a una escala industrializada.

De la misma manera, se ha investigado la modificación de biopolímeros naturales como los almidones para la evaluación de sus propiedades como material polimérico termoplástico. Los almidones se organizan en gránulos con dos estructuras macromoleculares denominadas amilosa y amilopectina. La primera es una estructura lineal, ubicada en el centro del gránulo y organizada



en anillos concéntricos como lamela amorfa intercalada con zonas cristalinas de la estructura ramificada típicamente asociada a la amilopectina (lamela cristalina). Las dos estructuras macromoleculares poseen un mismo compuesto base o monómero llamado glucosa, que posee residuos hidroxilo formadores de puentes de hidrógeno que facilitan su empaquetamiento, y que le dan características de hidrofiliidad especiales al biopolímero derivado de almidones [32]. La composición, cantidad y forma de los gránulos de almidón varían de acuerdo con el tipo de fuente de la que proviene (papa, yuca, plátano, trigo, maíz etc.). La hidrofiliidad es una característica que debe ser controlada ya que limita las aplicaciones del biopolímero al hacerlo soluble en agua y disminuir sus propiedades de barrera frente a gases [33]-[35]

La producción de biopolímeros a partir de almidones se ha enfocado en la producción de materiales de empaque para el reemplazo de las tradicionales resinas termoplásticas de polipropileno y polietileno. Es importante remarcar que la reorganización de la estructura del gránulo para generar el biopolímero requiere el conocimiento y control de los procesos de gelatinización y retrogradación que sufre el almidón cuando es sometido a altas temperaturas y/o presiones en sistemas acuosos [32]. En estas condiciones, el proceso de gelatinización implica un colapso de la estructura del gránulo: los grupos hidroxilo del monómero de la glucosa generan puentes de hidrógeno con agua haciendo que el gránulo pierda cristalinidad. El proceso de enfriamiento genera la retrogradación en donde las moléculas de amilosa se organizan en dobles hélices entrecruzadas alrededor de zonas semi-cristalinas de amilopectina formando un entretejido que influye en las propiedades mecánicas finales del biopolímero [36].

De esta forma, diferentes investigaciones han planteado la síntesis de biopolímeros a partir de almidón de yuca [37] de maíz con cáscara de plátano [38] o mezclas de varios almidones [39] resultando en biopolímeros con diferentes propiedades mecánicas en donde se observa que la formación de película depende de múltiples variables como la adición de plastificantes (glicerol, sorbitol PVA entre otros), el uso de entrecruzantes (ZnO y ácido bórico), de antioxidantes (ácido cítrico), del tiempo y temperatura de trabajo así como las condiciones operativas de producción [40].

Teniendo en cuenta la bibliografía mencionada, se planteó una investigación de tipo descriptivo correlacional que busca identificar las características físicas de un biopolímero obtenido a partir de almidón de plátano y evaluar su resistencia a la tracción y permeabilidad al agua. Se identificó que la extracción del almidón por la vía húmeda en presencia de antioxidante como el ácido cítrico es la mejor elección para la obtención del almidón de plátano con un porcentaje de rendimiento del 20% y se concluyó que este porcentaje varía poco cuando se usan diferentes concentraciones del antioxidante.



**Figura 4** Biopolímero obtenido a partir de almidón de plátano.  
**Fuente:** Autores

Para la síntesis del biopolímero se evaluaron diferentes cantidades de almidón (5 y 7.5g) con adición de glicerol como plastificante (inferior al 20% en peso de la mezcla final), ácido clorhídrico e hidróxido de sodio para ajustar la viscosidad final del producto. El biopolímero se secó a 70°C durante 24h ya que el proceso de secado a temperatura ambiente facilitó el crecimiento de microorganismos independiente del proceso de desinfección preliminar del plátano. Se evidenció que los biopolímeros generaron una película homogénea y en una valoración semicuantitativa se encontró que 3 muestras de secador adecuadamente y son fácilmente desmoldables (**Figura 4**). El trabajo implicó poner a punto una gran cantidad de variables como la concentración de antioxidante a ser usado, la relación almidón: plastificante óptima, el grosor de las películas, el tiempo de secado, la superficie de moldeo (cerámica/metálica) y el uso de aditivos como aceites vegetales para mejorar el moldeo. Como producto de este arduo trabajo, se encontró que la muestra con 7,5 gramos de almidón, 7,5 gramos de antioxidante, 4mL de glicerol, 24h de secado y molde cerámico sin uso de aceite vegetal fue la que tuvo el mejor comportamiento con una resistencia a la tracción de 179,3KPa, módulo de elasticidad de 12,78KPa y un 32,41% de incremento en masa.

#### 6.2.4. Reciclaje mecánico de polietilen-tereftalato (PET):

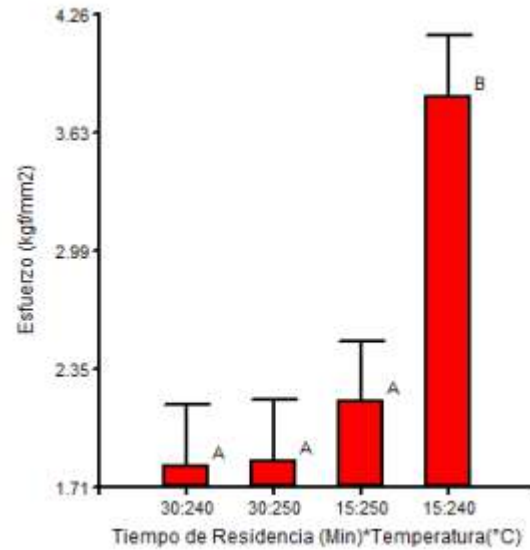
En la perspectiva integral de búsqueda de soluciones efectivas para atender la problemática asociada al exceso de material polimérico contaminante, una de las estrategias más usadas es la de reciclaje mecánico de termoplásticos como el PET. Si bien, no debería ser el enfoque principal de una propuesta realmente sostenible para el ecosistema, la propuesta de reciclaje mecánico apunta a desarrollar la “tercera R” en el paradigma de que se debe primero Reducir el consumo, Reusar todo lo que pueda reusarse y Reciclar para disminuir el impacto ambiental. El reciclaje mecánico se aplica principalmente a los polímeros termoplásticos que estén libres de contaminantes y es rentable para objetos de mayor tamaño o amplia distribución como botellas, films de invernaderos, parachoques de autos entre otros.

El reciclaje primario busca el uso de recortes de material original que generalmente pueden ser residuos de la fabricación de piezas más grandes. El reciclaje secundario implica la fusión del material normalmente después de un primer ciclo de uso y permite usar el material en diferentes aplicaciones que normalmente difieren de la aplicación inicial teniendo en cuenta que las propiedades mecánicas después del reblandecimiento del material suelen ser menores. Para el reciclaje terciario se plantea el aprovechamiento de los monómeros o compuestos químicos básicos del polímero y se usan rutas químicas como la solvólisis o descomposición química y suele ser un proceso que requiere mayor desarrollo tecnológico para ser usado a escala industrial. Finalmente, el reciclaje cuaternario busca el aprovechamiento del material para la producción de energía por combustión del material [41]-[43].

El reciclaje secundario es típicamente usado para la puesta en valor de termoplásticos que han sido usados previamente pero su correcto reciclaje implica que cada tipo de termoplástico debe agruparse con aquellos de su misma composición química. Las piezas obtenidas del reciclaje secundario suelen tener menores propiedades que aquellas obtenidas por primera vez, pero se usan en aplicaciones en donde eso no represente un gran problema o se usan aditivos o diseños especiales para mejorar el desempeño de la pieza final. Se estima que sólo el 20% los plásticos que pueden ser reciclados de esta forma [44].

En el presente estudio se planteó la posibilidad de producción de madera plástica a partir del material polimérico que genera la comunidad universitaria. Se realizó una caracterización del material polimérico que llega a la planta de residuos sólidos de la Universidad Libre-Seccional Socorro, se optimizaron las condiciones para la conformación de las probetas de ensayo planteando un diseño factorial de dos factores en dos niveles con dos variables de respuesta para analizar por cuadruplicado ( $2 \times 2$ ) frente a una prueba de flexión y finalmente se realizó un análisis de viabilidad económica para comparar el precio aproximado de la producción de madera plástica con los precios del mercado.

Se encontró que el material de desecho mayoritario es el polietilentereftalato (PET) y se determinó que las condiciones más importantes de ensayo en las condiciones del laboratorio eran la temperatura y tiempo de residencia en mufla. Se identificaron las condiciones óptimas de fusión en mufla del material polimérico ajustando las variables de interés. Se sintetizaron aproximadamente 64 probetas siguiendo la norma técnica colombiana (NTC) 595 y se seleccionaron 16 probetas para medir su comportamiento en un ensayo de flexión identificando que la condición óptima de conformación de la probeta plástica era  $240^{\circ}\text{C}$  con un tiempo de residencia en mufla de 15min a través de un análisis estadístico de interacciones usando Infostat 2.0.



**Figura 5** Relación esfuerzo (kg-f/mm<sup>2</sup>) Vs temperatura (°C) y tiempo de residencia (min).

**Fuente:** Autores

Como se observa en la (**Figura 5**) las tres primeras condiciones presentan baja resistencia al esfuerzo en el ensayo de flexión sin presentar diferencias significativas en los mismos. La comparación de medias teniendo como variable de respuesta el esfuerzo (kg-f/mm<sup>2</sup>) permitió identificar que la menor temperatura es la más adecuada para resistir la prueba de flexión (**Figura 5**). Teniendo en cuenta que el aumento de la temperatura puede influir en el proceso de cristalización posterior del material reciclado y por lo tanto afectar sus propiedades mecánicas, es esperable que el mejor comportamiento se observe en las menores temperaturas y tiempos de residencia del material en mufla. De acuerdo con Rodríguez y col (2016) la temperatura de fusión del material es 255°C y con un tiempo de residencia de 10min se logran resultados favorables para el reciclado del material [45].

### 6.2.5. Aprovechamiento energético del material polimérico:

Como último eslabón de las estrategias para hacer frente a la problemática ambiental asociada a la contaminación ambiental por material polimérico, se ha establecido que la recuperación energética puede plantearse como una solución para los llamados residuos no aprovechables (GTC-24), entendidos como aquellos polímeros termoplásticos que llegan al sitio de disposición final contaminados con residuos de materia orgánica o agrotóxicos y para aquellos que son difícilmente reciclables por el método mecánico expuesto anteriormente. Teniendo en cuenta su composición química (C y H) los polímeros son similares a los hidrocarburos y por lo tanto pueden ser usados como combustibles. Por ejemplo, 1Kg de polietileno puede producir la misma energía que 1Kg de gas natural. Este proceso también se conoce con el nombre de reciclaje cuaternario. El proceso en presencia de oxígeno genera la combustión del material, mientras que en ausencia de oxígeno genera el proceso llamado Pirólisis en donde se obtiene carbón (sólido), líquidos

condensables e incondensables (gas) con posibilidad de ser usados como combustibles. Su gran desventaja es el coste de energía necesaria para el proceso y la eliminación de átomos diferentes como Cl o N que en la atmósfera se convierten en residuos contaminantes [44]. Las variables a tener en cuenta en el proceso de Pirólisis son múltiples, pero se reconoce la importancia de fijar temperatura, tiempos de reacción, humedad, tipo de materia prima, presiones, presencia o ausencia de gases o líquidos reactivos y catalizadores. La temperatura puede ser baja (<400°C), media (400 - 600 °C) o alta (>600°C). La presión de entrada es generalmente atmosférica”.

Una revisión bibliográfica exhaustiva permitió valorar las ventajas y desventajas de los procesos de Pirólisis alotérmicos (sin presencia de oxígeno) y autotérmicos (con presencia de una mínima cantidad de oxígeno) estableciendo que las variables de medición tales como temperatura, tiempo de residencia, presencia de catalizador y porcentaje en peso son fundamentales para maximizar uno de los tres productos (sólido, líquido o gas) que pueden generarse del proceso. La elección de las variables dependerá del interés de producción de uno de ellos y por lo tanto deberá ajustarse de acuerdo con cada situación particular [46], [47].

Si bien existe la Pirólisis convencional (lenta), la Pirólisis rápida (fast pyrolysis) y la Pirólisis instantánea (flash pyrolysis), cuando el interés es la optimización del proceso para la obtención de char (producto sólido) la primera es la más indicada. En este sentido, se recomiendan temperaturas bajas entre 400-600°C, tiempo de residencia de 5 segundos y velocidades de calentamiento relativamente bajas de 5-100°C/min. Las reacciones lentas a bajas temperaturas maximizan el rendimiento de productos sólidos (60-70%). Cambiando la temperatura, la presión y el tiempo de residencia se modifican sustancialmente las proporciones de gases, líquidos y sólidos. Algunos compuestos como el di-hidróxido de magnesio pueden ser promotores de la producción de char a partir de poliésteres aromáticos como el PET [48]-[52]

Dado que el sólido obtenido por el proceso puede ser usado como carbón, existen reportes de Pirólisis de hule de llanta con posterior activación del mismo por contacto con HCl. Se registra una comparación entre el proceso pirolítico térmico y el catalizado usando zeolitas en diferentes proporciones (2, 5 y 10%). El proceso térmico genera rendimientos de 50% en peso de sólidos frente al proceso catalítico que genera rendimientos del 30% en peso. Con 30min de Pirólisis se obtuvo un porcentaje de adsorción de azul de metileno del 50% para el proceso térmico, aunque sigue siendo mejor la calidad de adsorción del carbón obtenido con 2% de catalizador y 60min de Pirólisis en donde se obtiene un porcentaje de remoción del colorante del 80%. La evaluación de su eficiencia como adsorbente de compuestos orgánicos comúnmente usados en la industria textil abre una puerta de aplicación industrial interesante para el proceso pirolítico como estrategia de aprovechamiento debido a que no sólo puede producirse el material para recuperación energética, sino que también puede ser usado para ayudar en la descontaminación de efluentes de la industria textilera [53].

### 6.3. Conclusión

La contaminación ambiental por la presencia de material polimérico es un tema de interés para la comunidad científica en general. La aplicación de diferentes técnicas permite re-plantearse cómo atender a dicha problemática desde cada uno de los espacios que cada individuo puede emprender. Como se evidenció en el presente documento, la primera línea de acción siempre debe ser la Reducción del consumo ya que es la estrategia que genera menores gastos. Sin embargo, se reconoce la dificultad de motivar cambios en los hábitos de consumo de la sociedad del siglo XXI y es por ello que se plantean otras estrategias tendientes a minimizar la contaminación por producción de monómeros (ácido láctico por fermentación de residuos agroindustriales) o por producción de polímeros (síntesis bacteriana o modificación de almidones).

Frente a los polímeros ya presentes en el mercado y con amplio espectro de aplicación se plantean alternativas como el reciclado mecánico (primario) cuando el material está libre de contaminantes y debidamente separado o el reciclado por aprovechamiento energético (cuaternario) cuando no cumple dichas características. En todos los casos, las alternativas planteadas en el presente documento son algunas de todas las posibles que pueden ser implementadas y se busca ampliar las fronteras del conocimiento en cada una de ellas para lograr el desarrollo tecnológico necesario que permita minimizar los costes de cada proceso para hacerlos una alternativa competitiva en el mercado y por lo tanto, una posibilidad a escala real de enfrentar el desafío del desarrollo sostenible.

### 6.4. Agradecimientos

Los autores y autoras expresan sus agradecimientos a la Universidad Libre por su aporte para el desarrollo de la investigación aquí presentada.

#### 6.4. Bibliografía

- [1] Superservicios and DNP, “Disposición Final de Residuos Sólidos,” 2017.
- [2] DNP and Consejo Nacional de Política Económica y Social, “Documento CONPES 3874. Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos,” 2016.
- [3] R. Geyer, J. R. Jambeck, and K. L. Law, “Production, use, and fate of all plastics ever made,” *Sci. Adv.*, vol. 3, no. 7, p. e1700782, Jul. 2017, doi: 10.1126/sciadv.1700782.
- [4] U. European Commission, “A european strategy for plastics in a circular economy,” 2015. Accessed: Nov. 12, 2019. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>
- [5] TECNALIA, “Estudio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia para la misión de crecimiento verde,” 2017. Accessed: Apr. 21, 2019. [Online]. Available: [https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Circular/MATEC Producto 1\\_FINAL.pdf](https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Circular/MATEC Producto 1_FINAL.pdf).
- [6] E. plastics and rubber machinery, EUROMAP, “2009-2020 Country Cluster Plastics Resin Production and Consumption in 63 Countries Worldwide,” 2020.
- [7] Naciones Unidas, “Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS,” Onu, no. Objetivos de Desarrollo Sostenible, p. 78, 2015, Accessed: Jun. 18, 2019. [Online]. Available: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
- [8] K. S. Seijas Rivera, “Técnicas de sensibilización ambiental en la reducción de bolsas comerciales de un solo uso en panaderías de ciudad satélite Santa Rosa, Callao 2017-2018,” Universidad César Vallejo, 2018.
- [9] P. G. Valbuena-Reyes and M. Araujo, “Programa comunitario para la recolección de basura doméstica en la comunidad de Cassiano Lossada,” Universidad Rafael Urdaneta, 2007.
- [10] “Manejo de residuos sólidos en la Institución Educativa Los Libertadores.” <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/1492> (accessed Nov. 12, 2019).

- [11] L. M. Rendón López, J. V. Escobar Londoño, Á. de J. Arango Ruiz, J. A. Molina Benítez, T. Villamil Parodi, and D. F. Valencia Montaña, “Educación para el desarrollo sostenible: acercamientos desde una perspectiva colombiana,” *Prod. + Limpia*, vol. 13, no. 2, pp. 133-149, Dec. 2018, doi: 10.22507/pml.v13n2a7.
- [12] P. Kusev, P. van Schaik, and S. Aldrovandi, “Preferences induced by accessibility: Evidence from priming.,” *J. Neurosci. Psychol. Econ.*, vol. 5, no. 4, pp. 250-258, 2012, doi: 10.1037/a0030289.
- [13] S. K. Jain and G. Kaur, “Green Marketing: An Attitudinal and Behavioural Analysis of Indian Consumers,” *Glob. Bus. Rev.*, vol. 5, no. 2, pp. 187-205, Aug. 2004, doi: 10.1177/097215090400500203.
- [14] M. Tonglet, P. S. Phillips, and A. D. Read, “Using the Theory of Planned Behaviour to investigate the determinants of recycling behaviour: a case study from Brixworth, UK,” *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 41, no. 3, pp. 191-214, Jun. 2004, doi: 10.1016/j.resconrec.2003.11.001.
- [15] J. Ferreiro et al., “Uso de claves visuales para la promoción de una conducta pro-ambiental,” *Suma Psicológica*, vol. 20, no. 1, pp. 101-110, 2013, Accessed: Apr. 20, 2019. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-43812013000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-43812013000100009).
- [16] L. G. González-Rincón, Y. T. Ríos-Torres, and M. del P. Guauque-Torres, “Campaña de educación ambiental para mejorar la clasificación en la fuente en el barrio Portal de Saravita.,” *El Centauro*, vol. 10, no. 13, pp. 29-40, 2018, Accessed: Sep. 26, 2020. [Online]. Available: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/centauro/article/view/6681>.
- [17] A. M. Bolívar-Lamus, M. D. Gamboa-Peña, J. D. Granados-Núñez, and M. del P. Guauque-Torres, “Evaluación de una estrategia de sensibilización para desestimular el uso de bolsas plásticas en usuarios de supermercados del municipio del Socorro (Santander),” *I+D Rev. Investig.*, vol. 15, no. 1, pp. 6-16, Dec. 2019, doi: 10.33304/revinv.v15n1-2020001.
- [18] J. S. ; Cruz, K. A. Merchan, and M. A. Romero, “Estrategias para fortalecer el proceso de disposición final de residuos sólidos adscrito al programa de responsabilidad social ambiental de la empresa Favicol S.A.S. sede Sibaté (Cundinamarca),” *Corporación Universitaria Minuto De Dios Facultad De Ciencias Empresariales Especialización en Gerencia Social*, 2017.



- [19] M. N. Belgacem and A. Gandini, *Polymers and Composites*. 2008.
- [20] N. Msuya, J. Katima, E. Masanja, and A. Temu, "Poly (lactic-acid) Production \_ From Monomer to Polymer: A review," *SciFed J. Polym. Sci.*, vol. 1, no. September 2017, p. 16, 2017.
- [21] S. Clark and R. Singh, "Polylactic Acid (PLA) Market by Application (Packaging, Agriculture, Electronics, Textiles, Bio-Medical), By Geography (North America, Europe, Asia-Pacific, LAMEA) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2012 - 2020." <https://www.alliedmarketresearch.com/polylactic-acid-market>.
- [22] K. Hofvendahl and B. Hahn-Hägerdal, "L-lactic acid production from whole wheat flour hydrolysate using strains of Lactobacilli and Lactococci," *Enzyme Microb. Technol.*, vol. 20, no. 4, pp. 301-307, Mar. 1997, doi: 10.1016/S0141-0229(97)83489-8.
- [23] P. S. Panesar, J. F. Kennedy, C. J. Knill, and M. Kosseva, "Production of L(+) Lactic Acid using Lactobacillus casei from Whey," *Brazilian Arch. Biol. Technol.*, vol. 53, no. 1, pp. 219-226, Jan. 2010, doi: 10.1590/S1516-89132010000100027.
- [24] Y. Wang, Y. Tashiro, and K. Sonomoto, "Fermentative production of lactic acid from renewable materials: Recent achievements, prospects, and limits," *Journal of Bioscience and Bioengineering*, vol. 119, no. 1. Elsevier, pp. 10-18, Jan. 01, 2015, doi: 10.1016/j.jbiosc.2014.06.003.
- [25] G. I. Puerta-Quintero and S. Ríos-Arias, "Composición química del mucílago de café según el tiempo de fermentación y refrigeración," *Cenicafe*, vol. 62, no. hasta 1999, pp. 23-40, 2011.
- [26] M. Jamshidian, E. A. Tehrany, M. Imran, M. Jacquot, and S. Desobry, "Poly-Lactic Acid: Production, applications, nanocomposites, and release studies," *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, vol. 9, no. 5, pp. 552-571, 2010, doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00126.x.
- [27] J. Marín, G. Á. Osorio, and G. Puerta, "Microbiología de la fermentación del Mucílago de Café según su madurez y selección," *CENICAFÉ*, vol. 63, no. 2, pp. 58-78, 2012, [Online]. Available: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/536/1/arc063%2802%2958-78.pdf>.
- [28] G. I. Puerta, "Cinética química de la fermentación del mucílago de café a temperatura ambiente," *Cenicafé*, vol. 1, no. 64, pp. 42-59, 2013, [Online]. Available: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/525/1/arc064%2801%2942-59.pdf>.

- [29] A. K. Neu, D. Pleissner, K. Mehlmann, R. Schneider, G. I. Puerta-Quintero, and J. Venus, "Fermentative utilization of coffee mucilage using *Bacillus coagulans* and investigation of down-stream processing of fermentation broth for optically pure l(+)-lactic acid production," *Bioresour. Technol.*, vol. 211, pp. 398-405, 2016, doi: 10.1016/j.biortech.2016.03.122.
- [30] D. Pleissner, A. K. Neu, K. Mehlmann, R. Schneider, G. I. Puerta-Quintero, and J. Venus, "Fermentative lactic acid production from coffee pulp hydrolysate using *Bacillus coagulans* at laboratory and pilot scales," *Bioresour. Technol.*, vol. 218, pp. 167-173, 2016, doi: 10.1016/j.biortech.2016.06.078.
- [31] A. Mokhtarzadeh, A. Alibakhshi, M. Hejazi, Y. Omid, and J. Ezzati Nazhad Dolatabadi, "Bacterial-derived biopolymers: Advanced natural nanomaterials for drug delivery and tissue engineering," *TrAC - Trends Anal. Chem.*, vol. 82, no. June, pp. 367-384, 2016, doi: 10.1016/j.trac.2016.06.013.
- [32] X. Wang, F. Wen, S. Zhang, R. Shen, W. Jiang, and J. Liu, "Effect of acid hydrolysis on morphology, structure and digestion property of starch from *Cynanchum auriculatum* Royle ex Wight," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 96, pp. 807-816, Mar. 2017, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.01.002.
- [33] D. P. Navia-porras and N. Bejarano-arana, "Evaluación de propiedades físicas y químicas de Bioplásticos termo-comprimidos elaborados con harina de Yuca," *Biotechnol. en el Sect. Agropecu. y agroindustrial*, vol. 12, no. 2, pp. 40-48, 2014.
- [34] J. Meneses, M. C. Corrales, and M. Valencia, "Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca," *Rev. EIA*, vol. 8, pp. 57-67, 2007.
- [35] J. H. Mina, "Caracterización Físico-Mecánica de un Análisis Interfacial con Fibras de Fique.," *Biotechnol. en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 10, no. 2, pp. 99-109, 2012, [Online]. Available: <http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/250/208>.
- [36] E. Ojogbo, E. O. Ogunsona, and T. H. Mekonnen, "Chemical and physical modifications of starch for renewable polymeric materials," *Materials Today Sustainability*, vol. 7-8. Elsevier Ltd, p. 100028, Mar. 01, 2020, doi: 10.1016/j.mtsust.2019.100028.

- [37] J. B. A. da Silva, F. V. Pereira, and J. I. Druzian, "Cassava Starch-Based Films Plasticized with Sucrose and Inverted Sugar and Reinforced with Cellulose Nanocrystals," *J. Food Sci.*, vol. 77, no. 6, pp. 14-19, 2012, doi: 10.1111/j.1750-3841.2012.02710. x.
- [38] N. Fatimah Kader Sultan and W. Lutfi Wan Johari, "The Development of Banana Peel/Corn Starch Bioplastic Film: A Preliminary Study," jul. 2017. Accessed: Sep. 26, 2020. [Online]. Available: <http://journal.hibiscuspublisher.com/index.php/BSTR>.
- [39] J. A. Chariguamán Chanatasig, "Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (*Passiflora edulis* spp.)," p. 60, 2015.
- [40] R. Thakur, P. Pristijono, C. J. Scarlett, M. Bowyer, S. P. Singh, and Q. V. Vuong, "Starch-based films: Major factors affecting their properties," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 132. Elsevier B. V. , pp. 1079 - 1089 , Jul. 01 , 2019 , doi: 10.1016/j.ijbiomac.2019.03.190.
- [41] C. Córdoba, J. Mera, D. Martínez, and J. Rodríguez, "Aprovechamiento de polipropileno y polietileno de alta densidad reciclados, reforzados con fibra vegetal, tetera (*Stromanthe Stromathoides*)," *Rev. Iberoam. Polím*, vol. 11, no. 7, pp. 417-427, 2010, Accessed: Sep. 26, 2020. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3694217&info=resumen&idioma=SPA>.
- [42] E. Kosior, P. Pattabiraman, I. Sbarski, and T. H. Spurling, "Thermal and mechanical properties of recycled PET and its blends," 2005.
- [43] S. R. Polanco Ramírez and L. Quispe Baldeón, "Aprovechamiento de tereftalato de polietileno (PET) reciclado y residuo aserrín de madera para el desarrollo de un compuesto plástico-madera," Universidad Peruana Unión, Lima, 2019.
- [44] N. A. Arnaiz, "Reciclaje de polímeros mediante la producción de materiales de alto valor añadido," Universidad de Alicante, 2014.
- [45] L. R. Rodríguez, "Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envoltentes," *Rev. Ing.*, vol. 27, no. 2, p. 40, 2017, doi: 10.15517/ri.v27i2.27076.
- [46] O. D. Gutiérrez-Florez, "La Pirólisis como herramienta de tratamiento y valorización de residuos plásticos," in *I Simposio de materiales poliméricos*, 2015, pp. 34-37.

- [47] M. Mancheno, S. Astudillo, P. Arévalo, I. Malo, T. Naranjo, and J. Espinoza, "Aprovechamiento energético de residuos plásticos obteniendo combustibles líquidos, por medio del proceso de Pirólisis," *La Granja*, vol. 23, no. 1, pp. 53-59, 2016, doi: 10.17163/lgr.n23.2016.06.
- [48] M. P. Mesa Upegui and C. I. Ortiz Rodríguez, "Evaluación del proceso de Pirólisis para la producción de diesel a nivel laboratorio a partir de residuos plásticos de industrias de alimentos," Fundación Universidad de América, Bogotá, 2016.
- [49] X. E. Castells and E. Velo, *La pirolisis: Tratamiento y valorización energética de residuos* - Xavier Elías Castells, Enric Velo García - Google Libros, 1°. Madrid: Ediciones Diaz de Santos, 2012.
- [50] J. Osorio Velasco and F. Chejne Janna, "Efecto catalítico de los minerales sobre la calidad de los líquidos producto del proceso de Pirólisis rápida," Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2013.
- [51] A. Viretto et al., "Thermal degradation of polyesters filled with magnesium dihydroxide and magnesium oxide," *Fire Mater.*, vol. 40, no. 3, pp. 445-463, Apr. 2016, doi: 10.1002/fam.2299.
- [52] E. A. Poblete Olivares, "Pirólisis catalítica de desechos plásticos mediante zeolitas modificadas con cobre," Universidad de Chile, 2013.
- [53] J. Medina-Valtierra and M. M. Guerrero-Esparza, "Obtención de carbón de la Pirólisis catalítica de hule de llanta y pruebas de adsorción mediante un método indirecto," *Investig. y Cienc. la Univ. Autónoma Aguascalientes*, vol. 63, pp. 24-31, 2014.

# Capítulo 7

## La Participación Comunitaria como Estrategia para la Mitigación de Impactos y la Conservación del Río la Vega, Motavita - Boyacá

Jairo Alonso Rodríguez Aparicio<sup>1</sup>, Lorena Sainea Molina<sup>2</sup>,  
Dalia Soraya Useche de Vega<sup>3</sup>

jairo.rodriguez@proecogw.org, lorena.sainea@proecogw.org, dalia.useche@uptc.edu.co  
Docentes Programa de ingeniería Ambiental;  
Coordinadora Programa ingeniería Ambiental de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

### 7.1. Introducción

El río la Vega hace parte de la Cuenca alta del Río Chicamocha, durante su recorrido incide en procesos de erosión, y depósito de materiales por la alta deforestación, la microcuenca se encuentra afectada por la deforestación, la introducción de especies exóticas, el uso del suelo para la agricultura, la ganadería y el pastoreo, las explotaciones mineras a cielo abierto y la expansión y el crecimiento urbano en sus riberas (Acero A, 2014); es por esto que se vio la necesidad de reestablecer especies nativas en la ronda del río desde las zonas altas preservando su caudal y sus servicios ecosistémicos. Las descargas de agua residual doméstica, la generación y disposición inadecuada de residuos sólidos a lo largo del río la Vega, especialmente en zonas pobladas como la zona objeto de estudio; aumentan la contaminación hídrica aguas abajo (Ríos Jordán y Chicamocha posteriormente) del cual se abastece el Distrito de Riego del Alto Chicamocha que beneficia a más de 2000 usuarios del Departamento (CORPOBOYACÁ, 2009).

El objetivo de la investigación fue contribuir a la recuperación del Río la Vega de manera participativa con la comunidad de los sectores la hornilla y puente aliso en las veredas Carbonera y Centro Rural del Municipio de Motavita. Logrando promover y realizar un proceso de restauración ecológica en la microcuenca del río la Vega en la zona objeto de estudio; Diseñar y establecer huertas agroecológicas bajo principios de conservación de suelos y aguas y principios agroecológicos y la ejecución de talleres teórico-prácticos.

La población directa beneficiaría del desarrollo del proyecto se conformó con 10 hogares cuyas familias la componen adultos mayores, jóvenes y niños; comunidad propietaria de predios colindantes con la ronda del río la vega e indirectamente el municipio de Tunja quien recibe las aguas de esta microcuenca como afluente del río Chicamocha. Este proyecto buscó vincular a la comunidad aledaña a la microcuenca del río la vega de la vereda centro rural del municipio de Motavita - Boyacá, en un proceso de educación ambiental que contribuyó a su protección a partir de la identificación de impactos ambientales

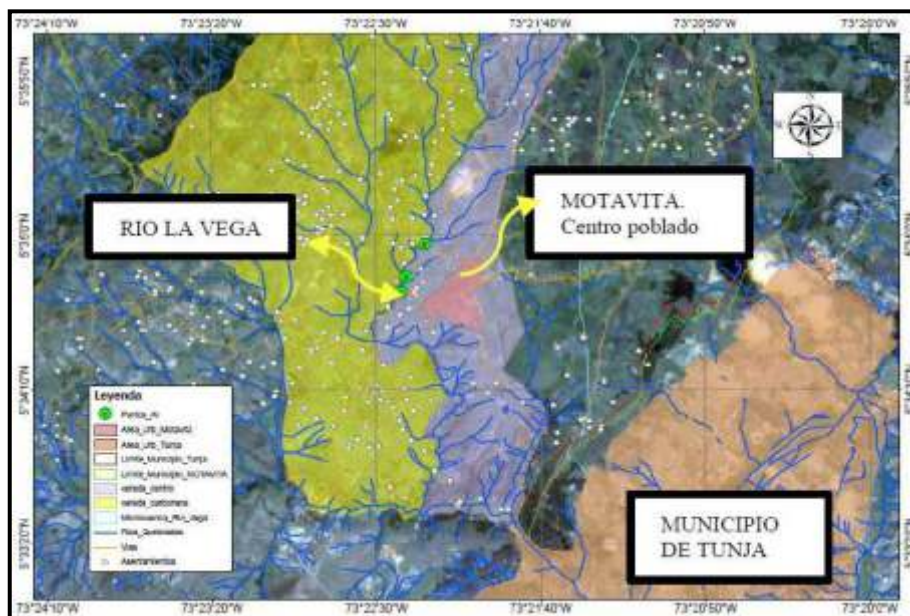
en la zona objeto de estudio, integrando procesos de restauración ecológica, talleres teórico prácticos de manejo y disposición adecuada de residuos ordinarios, elaboración de abonos orgánicos y caldos trofobióticos para el establecimiento de huertas agroecológicas. Lo anterior con el fin de aportar a la sostenibilidad ambiental y protección de la microcuenca del río la Vega de manera participativa con las comunidades locales buscando mitigar algunos impactos ambientales producto de la actividad antrópica y de esta manera buscando estrategias de mitigación frente al cambio climático.

**Palabras Clave:** Identificación impactos, Reforestación, Agroecología, Manejo de residuos.

## 7.2. Metodología

El enfoque de la presente investigación es de tipo descriptivo, con datos de tipo cuantitativo. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. (Deobold, B. 2006).

La población participante en el desarrollo del proyecto es la comunidad de las veredas centro rural y carbonera del municipio de Motavita - Boyacá, cuyos predios colindan con la ronda del río la vega, formado por 5 hogares cuyas familias la componen adultos mayores, jóvenes y niños. Así también los jóvenes que integran el semillero del grupo de investigación en sostenibilidad ambiental biodiversidad y agroecología (GISABA), docentes e investigadores.



**Figura 1** Zonificación microcuenca río La Vega.

**Fuente:** Autores

El proyecto se realizó en los sectores la Hornilla y Tebaida de la vereda carbonera y centro rural a través de estrategias de capacitación se desarrollaron talleres teóricos prácticos de participación activa de todos los habitantes involucrados en el proyecto, se capacitarán en enfoque de sistemas, sostenibilidad, calidad de agua, incremento de biodiversidad, protección y conservación de cuencas hídricas, manejo de residuos sólidos, huertas y abonos orgánicos. Por medio del desarrollo de 3 fases:

1. Diagnostico con la caracterización socio ambiental de la zona objeto de estudio, identificación de impactos socio ambientales y caracterización, muestreo de suelos y aguas.
2. Capacitación mediante desarrollo de talleres y estrategias para el manejo de ronda hídrica microcuenca Río la Vega.
3. Acción con la elaboración de insumos agroecológicos, diseño y manejo fitosanitario de huertas caseras, establecimiento de especies nativas forestales y disposición adecuada de residuos.

### 7.3. Resultados

#### 7.3.1. Jornadas de reforestación

La vegetación riparia a orillas de los ríos desempeña funciones ecológicas y ofrece servicios ambientales importantes en el ecosistema, como son aumentar la cantidad y la calidad del agua, reducir los sedimentos que llegan al cauce, controlar y regular el flujo del agua, recuperar el hábitat para los animales, restablecer corredores biológicos de flora y fauna, recuperar las interacciones bióticas, aumentar la conectividad y contribuir al mejoramiento estético y visual del entorno (Morales, et al., 2002; Jarro, 2004). Algunos resultados obtenidos del proyecto son las actividades de reforestación dentro de la ronda de protección del río la Vega con especies nativas (Roble Andino, Gaque, Mangle, Sauce, Aliso, Tilo), ésta ha sido una estrategia importante para la vinculación de la comunidad y semilleros del grupo de investigación de manera participativa logrando el establecimiento de 1000 individuos entre las cuales se encuentran especies nativas de la región.

El docente Manuel Galvis realizó un taller teórico práctico para la identificación de la vegetación en la ronda hídrica, explicando a la comunidad la importancia de los cuerpos de agua superficial, la protección y su conservación. Colombia es uno de los 10 países con mayor disponibilidad de recurso hídrico en el mundo (WWF, 2012), sin embargo, el aumento de las actividades económicas y de la población lo ponen en riesgo, especialmente en ciertas regiones áridas y semiáridas, en las cuales han presentado graves problemas, la contaminación de aguas superficiales, la disminución en los caudales y el deterioro de las aguas subterráneas (IDEAM, 2010). La importancia de los procesos de restauración ecológica en la ronda se explicó mediante un taller participativo, identificando las especies nativas de la zona estudio, sus funciones y servicios ecosistémicos.



**Figura 2** Capacitación en procesos de restauración y entrega de material vegetal  
**Fuente:** Autores

Desde el inicio del proyecto se realizaron jornadas de reforestación con la comunidad y los jóvenes semilleros de investigación en los sectores la Hornilla y la Tebaida. Se realizaron en total 20 jornadas de siembra en ocho predios diferentes con material vegetal nativo entre los que se tiene: Roble (*Quercus Humboldtii* L.), Gaque (*Clusia multiflora* K.), Aliso (*Alnus acuminata* K.), Sauce (*Salix humboldtiana* W.), Mangle (*Escallonia pendula* P.), Sauco negro (*Sambucus Peruviana* K.), Jazmin (*Pittosporum undulatum* V.), Holi liso (*Cotoneaster pannosus* F), Chicala (*Tecoma stans* L.). Las especies vegetales se sembraron formando un sistema de plantación tresbolillo (cada tres plantas forman un triángulo equilátero), bordeando la ronda hídrica de la microcuenca del río la vega. Las especies fueron sembradas una planta diferente a la anterior para aumentar la biodiversidad, debido a las diferentes funciones y características de las plantas establecidas.



**Figura 3** Jornadas de siembra de material vegetal  
**Fuente:** Autores



### 7.3.2. Huertas rurales adaptación al cambio climático

Se elaboraron dos huertas agroecológicas, utilizadas como muestra para que las familias participantes del proyecto replicaran estas huertas en sus hogares. La primera huerta se ubicó en el predio de la familia Barajas, en el Sector La Hornilla, entre la Vereda Centro rural, esta se realizó de forma circular, ya que este diseño permite la adaptación al cambio climático porque demanda menos cantidad de agua y tiene capacidad para retener mayor cantidad de humedad y excedentes de agua.



**Figura 4** Huerta Circular

**Fuente:** Autores

Para la elaboración de la huerta se hizo una dona o centro y dos surcos circulares a su alrededor, trazando unos caminaderos entre ellos, antes de sembrar las plántulas se agregó abono y micorrizas. Se realizó la siembra en triángulo o tresbolillo, esto permitió que cupieran más plántulas en un espacio reducido. En la huerta se sembraron hortalizas y algunas leguminosas como: lechuga, albahaca, acelgas, brócoli, coliflor, perejil, repollo, habas, frijoles, entre otros.

Las hortalizas cultivadas de forma agroecológica tienen una mayor cantidad de vitaminas y minerales que las que son producidas con agroquímicos. Esta técnica propicia el uso sostenido del suelo evitando su deterioro; busca aumentar la seguridad alimentaria para las poblaciones vulnerables, produciendo alimentos frescos e inocuos para el autoconsumo en espacios reducidos como los traspatios de las casas. Otro componente fundamental es el uso eficiente y sostenible de los recursos e insumos naturales, respetando el saber y las tradiciones locales y promoviendo la equidad de género (FAO, 2014).

La segunda huerta se realizó en la Mina Buenos Aires, sector La Tebaida, allí se realizaron 4 surcos de 1 metro de ancho aproximadamente, donde se realizó la siembra de hortalizas en triángulo o tresbolillo y de 30 plantas de arándanos.

Se sembraron un total de 1341 hortalizas en las dos huertas y en la huerta del sector La Hornilla se sembró 3 kilos de leguminosas. Se pudo observar que las plántulas sembradas en la huerta circular tuvieron un crecimiento más rápido.

Estos proyectos plantean nuevos espacios de participación ciudadana, programas de capacitación y la revaloración de espacios de uso público y comunitario. Esto se logra a partir de programas de agricultura urbana y la transformación del paisaje y el desarrollo de nuevas actividades por parte de la comunidad. De este modo se incorporan técnicas y prácticas sostenibles que no solo transforman el entorno físico, sino que cada intervención funciona como un motor sobre la educación ambiental y de comportamiento ciudadano responsable (BHATT, 2005).



**Figura 5** Avance de hortalizas en huerta.

**Fuente:** Autores

### 7.3.3. Elaboración de caldo súper-magro

El uso intensivo e indiscriminado de agroquímicos y fertilizantes de síntesis química con alta concentración de nutrientes en la agricultura ha promovido diversos problemas del orden ambiental, como la contaminación de alimentos, el agua y el suelo, desequilibrios biológicos (eliminación de organismos benéficos, eutrofización y surgimiento de resistencia de patógenos y plagas), y reducción de la diversidad (Garzón y Perdomo, 2013). Para reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente y, se recomiendan sistemas de producción orgánica que reduzcan o supriman el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas.



**Figura 6** Elaboración de caldo súper-magro  
**Fuente:** Autores

Por ello la tendencia actual, es la investigación de nuevos procesos de fertilización ecológica para el mejoramiento del suelo y el crecimiento de las plantas, como la búsqueda de nuevos materiales o mezclas que además de proporcionar mejores condiciones de crecimiento al cultivo, disminuyan el impacto ambiental, mantengan el equilibrio general y el flujo de nutrientes, buscando máximas eficiencias, reduciendo costos y haciendo el manejo adecuado de los desechos.

Con la comunidad del sector carbonera se realizaron los preparativos para la elaboración de caldo súper Magro de elementos menores para tener un producto más completo que aporte más nutrientes a las plantas, por medio de un compromiso se logró que cada familia llevara algunos insumos que se colectaban fácilmente en su territorio, como lo fue el estiércol fresco de ganado vacuno y algunas aromáticas. Luego de tres (3) meses de ser preparado el caldo, este fue usado para fertilizar el material vegetal sembrado de forma foliar y al suelo. Es un abono foliar al aportar elementos menores, además sirve contra hongos en general.

#### 7.3.4. Manejo de residuos

Se desarrollaron talleres teórico - prácticos sobre residuos sólidos, se explicó sobre las problemáticas a nivel mundial, nacional y regional de disposición de residuos; sobre la problemática de los rellenos sanitarios, la obsolescencia programada y el aprovechamiento de los residuos.

Se realizó explicación acerca del manejo y disposición adecuada de algunos residuos especiales como los envases de pesticidas, las pilas, el aceite usado, los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEES), entre otros; se explicó sobre las 3 R's, Reducir, Reciclar y Reutilizar, que acciones se pueden realizar en el hogar para minimizar la cantidad de residuos que se producen y se les mostró algunos ejemplos a nivel nacional de experiencias en donde han utilizado residuos para hacer diferentes estructuras.



**Figura 7** Sensibilización disposición adecuada de residuos  
**Fuente:** Autores

En otra sesión se le enseñó a la comunidad a elaborar ladrillos ecológicos para elaborar sillas o pufs. Y se les dio además unos portalápices como muestra, para que evidenciaran las múltiples manualidades que se pueden hacer con los residuos.



**Figura 8** Elaboración de ladrillos ecológicos  
**Fuente:** Autores

Al elaborar ladrillos ecológicos se busca disminuir la contaminación y el uso indiscriminado y no responsable de los residuos. Además, los ladrillos ecológicos son económicos, resistentes a los agentes naturales, durables y capaces de soportar cargas muy pesadas (Parnisari, 2014).

### 7.3.5. Identificación de impacto ambiental

Con la comunidad del sector la Tebaida, Proyecto minero de carbón buenos aires, se realizó taller teórico práctico donde los profesionales Víctor Hernando Medina, Dalia Soraya Useche de vega desarrollaron una capacitación a los trabajadores del proyecto, comunidad y semilleros del grupo de investigación en temas como la problemática ambiental que se genera producto de las escasas medidas de manejo y control; la legislación ambiental y minera jugaron un papel importante en la capacitación con el fin de actualizarse en temas de permisos y acciones en su título minero. Teniendo en cuenta lo anterior los proyectos de explotación deben presentar avances de estudios de impacto y manejo ambiental como un instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental (Rodríguez, G., 2011).

El uso de elementos de protección personal también fue un ítem importante hacia los trabajadores del proyecto minero para evitar la generación de accidentes dentro y fuera del sitio de trabajo; conocer los planes de contingencia frente a emergencias como la fuga de sustancias toxicas.



**Figura 9** Caracterización de sustancias (Agua potable, Gaseosa, Jugo de limón, Agua con jabón y drenaje minero)

**Fuente:** Autores

Con el fin de poner en práctica lo explicado en el taller se realizó la conformación de equipos con trabajadores mineros, comunidad y semilleros de investigación, a cada uno se le entregó unos recipientes con diferentes sustancias (Agua potable, Gaseosa, Jugo de limón, Agua con jabón y drenaje minero) para medir la alcalinidad o acidez de la sustancia a partir de cinta de pH, De acuerdo a la tonalidad que arrojaba la cinta, con ello los participantes interactuaron, conocieron las diferencias y caracterizaron uno de los parámetros de caracterización. Para Colombia en temas de Normativa legal existe una resolución la cual establece los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y los cuerpos de alcantarillado (Resolución 631, 2015). Esta busca reducir y controlar las sustancias contaminantes que llegan a los ríos, embalses, lagunas, cuerpos de agua natural o artificial de agua dulce, y al sistema de alcantarillado público, para de esta forma, aportar al mejoramiento de la calidad del agua y trabajar en la recuperación ambiental de las arterias fluviales del país.

En una segunda sesión se realiza una identificación de impactos con el profesional Jairo Rodríguez Aparicio realizó la aplicación de una matriz preliminar con semilleros de investigación y la comunidad. En el sector la Tebaida proyecto minero de extracción subterránea de carbón, realizando un recorrido por cada una de las instalaciones que la componen, iniciando por los patios de maderas y acopio de carbón, malacates, bocaminas y manejo de aguas subterráneas; en el sector la hornilla con la comunidad y los estudiantes del semillero se desarrolló la identificación del impacto producto de las actividades antrópicas, obteniendo, entre los más significativos los siguientes resultados:

### 7.3.6. Resultados, aplicación matriz en actividad minera Sector Tebaida

ACTIVIDAD	EFEECTO	IMPACTO	OBSERVACIONES
 <p>Agricultura</p>	<p>Intervención de áreas boscosas o con vegetación nativa</p> <p>Actividad agrícola cerca de cuerpos de agua, nacimientos o vegetación nativa.</p> <p>Remoción de coberturas vegetales, aplicación de sustancias tóxicas.</p>	<p>Modificación del paisaje</p> <p>Conflicto de uso del suelo</p> <p>Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal</p>	<p>La zona de estudio sector la hornilla, presenta alta actividad agrícola (cultivo de papa, maíz haba) desde hace muchos años atrás por tal motivo la intervención es mínima en la actualidad, pero si hubo fragmentación y modificación de las coberturas en el pasado.</p>
 <p>Ganadería</p>	<p>Ganadería intensiva y suelos con poca vegetación.</p> <p>Remoción de las coberturas vegetales.</p>	<p>Susceptibilidad a procesos erosivos.</p> <p>Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal.</p>	<p>La ganadería es un renglón económico de la zona, de ella se extraen subproductos como el queso, yogurt y la leche se comercializa a los habitantes, no se identifica ganadería intensiva, sin embargo, algunos efectos son la compactación del suelo y reducción coberturas.</p>
 <p>Planta Tratamiento Agua Residual</p>	<p>Instalación de infraestructura y remoción de coberturas.</p> <p>Vertimientos de aguas residuales no tratadas.</p> <p>Equipos en mal estado, sin mantenimiento.</p>	<p>Modificación del paisaje</p> <p>Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua superficial.</p> <p>Generación de malos olores</p>	<p>El estado actual de la planta de tratamiento municipal es deficiente, los vertimientos llegan a la quebrada con escaso control, el malo olor es intenso en sus alrededores, los equipos evidencian deterioro y escaso mantenimiento.</p>
 <p>Disposición Residuos Sólidos</p>	<p>Generación indiscriminada de residuos sólidos.</p> <p>Disposición final inadecuada en quebradas o enterrados.</p>	<p>Modificación del paisaje</p> <p>Susceptibilidad a procesos de contaminación hídrica y del suelo.</p>	<p>El municipio de Motavita no cuenta con sistema de recolección de residuos en la zona rural, la primera medida identificada son botaderos cerca a quebradas o enterrados.</p>

Fuente: Autores

### 7.3.7. Resultados, aplicación matriz en actividad antrópica Sector Hornilla

ACTIVIDAD	EFECTO	IMPACTO	OBSERVACIONES
<p>(Extracción del mineral)</p> 	<p>Apertura del frente de explotación</p> <p>Remoción de cobertura vegetal</p> <p>Ingreso de maquinaria</p>	<p>Variación en la estabilidad de terreno</p> <p>Disminución de fertilidad del suelo</p> <p>Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal</p> <p>Modificación de hábitats de fauna</p>	<p>El proyecto de explotación minera presenta una infraestructura en su socavón que evita la posibilidad de posibles deslizamientos, demarcación y señalización.</p>
<p>Transporte de mineral desde el socavón hacia la superficie</p> 	<p>Acumulación de mineral</p> <p>Escasa impermeabilidad del suelo en áreas de acopio</p> <p>Caída de mineral partículas de polvo de carbón a la atmosfera</p> <p>Disminución de coberturas</p>	<p>Modificación del paisaje</p> <p>Disminución de fertilidad del suelo</p> <p>Aumento en la concentración de material particulado</p> <p>Modificación de la estructura y composición florística de la cobertura vegetal</p>	<p>En esta área de trabajo se evidencia la modificación de la zona para el acopio del mineral, modificando el paisaje, la generación de material particulado es mínimo al realizar una caída del mineral controlada, sin embargo, es necesario realizar cerramiento.</p>
<p>Mantenimiento de la maquinaria</p> 	<p>Fugas y derrames de sustancias químicas como grasas y aceites</p> <p>Infiltraciones de las fugas al suelo y subsuelo por falta de impermeabilidad</p>	<p>Cambio en las características fisicoquímicas del suelo</p> <p>Disminución de fertilidad del suelo</p> <p>Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua subterránea</p>	<p>El área se encuentra debidamente adecuada para afrontar una fuga o derrame debido a la construcción de trampas de grasas, cunetas y canecas para colección y control del impacto.</p>
<p>Vertimientos mineros</p> 	<p>Generación de aguas residuales mineras</p> <p>Contacto de las aguas mineras con áreas de acopio, grasas y cuerpos de agua superficial.</p>	<p>Cambio en las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua superficial</p> <p>Variación en la diversidad de flora y fauna acuática.</p>	<p>Los vertimientos que se generan por la extracción de mineral son caracterizados anualmente y estos pasan por sistema de tratamiento que controlan algunos parámetros.</p>

Fuente: Autores

### 7.3.8. Caracterización del recurso hídrico-laboratorio

Se tomaron muestras del agua para analizar la calidad del Recurso Hídrico en El Sector la Hornilla y el sector La Tebaida en el municipio de Motavita. Se midieron los siguientes parámetros y se analizaron las muestras en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la UPTC: Conductividad, pH, oxígeno disuelto, Dureza Total, Dureza Cálctica, alcalinidad, acidez, cloruros, turbiedad, fósforo total, sulfatos, nitritos, nitratos, hierro total, color aparente, color real, calcio, magnesio y DQO.



**Figura 10** Análisis de muestras de Laboratorio

**Fuente:** Autores

Se tomaron 2 muestras simples de agua en el afluente (Quebrada Farfacá) en el sector Puente Aliso.

Unos 100 metros arriba del punto de vertimiento de la planta de Tratamiento de Agua Residual de Municipio de Motavita; cerca de un reservorio de agua y la otra muestra se tomó debajo del puente que separa la Vereda Centro Rural y la Vereda Carbonera, 50 cm aguas abajo del punto de vertimiento de la PTAR; esta planta no se encuentra actualmente en funcionamiento. Los resultados de laboratorio fueron comparados con la Resolución 631 del 2015, con respecto al pH el resultado de la muestra 1 y 2 está entre el rango que establece la resolución, para los otros parámetros medidos la resolución solo pide un análisis y reporte. Antes de la PTAR los valores de Conductividad y color eran mayores, la conductividad es mayor por el aumento de la concentración de sales y la coloración es mayor por la caída de hojas de plantas a la quebrada en la zona donde se tomó la muestra. La conductividad a partir de los 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  empieza a señalar problemas de contaminación y a partir de 275 condiciones salobres.

Después de la PTAR aumentaron los valores de los siguientes parámetros: Sulfatos, Hierro total, turbiedad, oxígeno disuelto, nitratos y ortofosfatos. Esto se debe al aumento de materia orgánica proveniente de la PTAR, el fósforo presente en el agua residual, procede principalmente de materia fecal humana, de los vertidos de residuos alimenticios y de los compuestos de fosfatos



inorgánicos contenidos en los detergentes y productos de limpieza. La presencia de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) se deben a la descomposición de materias vegetales y animales y al de lixiviado de los cultivos. Se puede hablar entonces de que existen dos tipos de fuentes de contaminación de las aguas naturales por compuestos nitrogenados: la contaminación puntual y la dispersa. El primer caso se asocia a actividades de origen industrial, ganadero o urbano (vertido de residuos industriales, de aguas residuales urbanas o de efluentes orgánicos de las explotaciones ganaderas, y lixiviación de vertederos, entre otros), mientras que, en la contaminación dispersa o difusa, la actividad agronómica es la causa principal (P. M. Vitousek, 1997).

Sobron et al (2007) han realizado estudios sobre drenajes asociados con minas de carbón, determinando que durante la meteorización química de los carbones ocurre un proceso de deterioro en la calidad del agua percolante como consecuencia de la rápida puesta en solución de una serie de compuestos inorgánicos y orgánicos que, en la mayoría de los casos, pueden causar severos impactos ambientales y a la salud humana. Todos estos autores coinciden en indicar que las aguas descargadas desde las minas de carbón, están caracterizadas por un bajo pH y altos valores de concentración de sólidos disueltos totales (SDT) y de metales en particular Fe, Mn, Ti, Pb, As, Sr y Zr, que provienen de hidrólisis de la pirita contenida en los mantos de carbón y de minerales presentes en las rocas circundantes.

En la mina Buenos Aires se tomaron 3 muestras, una se tomó 200 metros arriba del punto de vertimiento de aguas residuales mineras, otra muestra se tomó en el punto de vertimiento de aguas residuales mineras; la última se tomó aproximadamente 100 abajo metros del punto de vertimiento. fueron comparados con la Resolución 631 del 2015. Se puede evidenciar el aumento de Hierro total y en general de la mayoría de parámetros sobre todo después del vertimiento, exceptuando la acidez y los cloruros. Esto se da porque las aguas que transitan por la mina acaban oxigenándose y acidificándose al entrar en contacto con carbón fracturado, maderas de sostenimiento, y otros desechos, además de recoger sólidos en suspensión, sólidos disueltos en forma de compuestos de metales, sales y material orgánico, que se convierten en serios contaminantes.

Además, se desarrollan actividades ganaderas dentro de la mina, lo que aporta mayor cantidad nitrógeno y fósforo al agua. El fósforo tiene un impacto ambiental importante en los recursos hídricos porque vertido directamente en las corrientes o aplicado en dosis excesivas en el suelo, estimula el proceso de eutrofización el cual aumenta las plantas acuáticas, disminuye el oxígeno disuelto y varía el pH, afectando así la calidad del agua (EPA, 2000).

## 7.1. Conclusiones

Los procesos de reforestación en la ronda de la quebrada Farfacá microcuenca del río la Vega, permitieron que aumentará la diversidad de especies vegetales y faunísticas, teniendo en cuenta que las especies establecidas son nativas del sector.

La participación de la comunidad de los sectores la hornilla y la tebaida en los talleres teórico prácticos en manejo de residuos permitió la sensibilización de la comunidad para el manejo y disposición final adecuada de los residuos sólidos que se generan mediante la generación de materiales reciclables y reutilizables para evitar la quema.

Los impactos ambientales antrópicos y de actividad minera, identificados con la comunidad, trabajadores del sector minero y semilleros de investigación permitió mediante el uso de matrices la caracterización y los efectos de los posibles impactos para buscar medidas de control, corrección y mitigación.

Las huertas agroecológicas permiten mejorar la capacidad de los pequeños agricultores y de las comunidades y familias a enfrentar los problemas de cambio climático, seguridad alimentaria, nutrición, salud y seguridad económica, aumentan de la calidad alimentaria y fortalecen los lazos comunitarios. Se evidencia la afectación y la disminución de la calidad del agua de la quebrada Farfacá producto de actividades de Minería de Carbón y Agricultura, actividades económicas importantes para el municipio de Motavita.

## 7.1. Referencias Bibliográficas

- Acero, A (2014). Propagación de especies nativas de la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá, con potencial para la restauración ecológica. *Revista. Acad. Colomb. Cienc. Pág.* 195-205.
- BHATT, V., 2005. Minimum Cost Housing Group, Making The Edible Landscape. A Study of Urban Agriculture in Montreal, McGill University, Montreal
- CORPOBOYACÁ (2009). Informe consejo Directivo, Cuenca alta del río Chicamocha.
- DEOBOLD, B. VAN Dalen y MEYE William J. (2006). Manual de técnica de la investigación educacional, Síntesis de Estrategia de la investigación descriptiva, [En línea] Disponible en: <http://noemagico.blogia.com/2006/091301-la-investigacion-descriptiva.php> (12.11.2011).
- Environmental Protection Agency EPA. (2000). National Water Quality Inventory 2000 Report (EPA-841-R-02-001). United States Environment Protection Agency, USA. pp: 207.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2014). Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Santiago, Chile. 486p.
- Garzón M., Leidy L. y Perdomo S., Fabián M. (2013). Evaluación de la influencia de biofertilizantes orgánicos en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de cultivos hortofrutícolas en el ámbito de la seguridad alimentaria. Tesis de grado, Programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Surcolombiana. Neiva -Huila. 96 p
- IDEAM. (2010). Estudio nacional del agua. Bogotá, Colombia. Pp. 256.
- Jarro, E (2004). Conceptos generales. En: Montoya, S. (ed.). Guía técnica para la restauración de áreas de rondas y nacederos del Distrito Capital: 713. Bogotá, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (Dama).
- Medina, M (1999). Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. *Frontera norte*, vol. 11, núm. 21.
- Morales, J., Carneiro, C. M. & Serrano, O (2002). Estado de la información forestal en Colombia. Comisión Europea, Organización de las Naciones para la agricultura y la alimentación. Santiago de Chile.
- Parnisari, Oscar (2014). Ladrillos Ecológicos. Recuperado de: <http://www.ladrillosecologico.com.ar/>

- P. M. Vitousek et al., "Human alteration of the global nitrogen cycle: Sources and consequences", *Ecological Applications*, vol. 7, pp. 737-750, 1997.
- Resolución 631. (2015). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.  
R e c u p e r a d o e n :  
[https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res\\_631\\_marz\\_2015.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf).
- Rodríguez, Gloria Amparo. 2011. Las licencias ambientales y su proceso de reglamentación en Colombia. Bogotá: Documento de Análisis N° 1, Foro Nacional Ambiental.
- Sobron, p., rull, F., Sobtron, F., MeDinA, j., nielsen, c. (2007). Raman spectroscopy of the system iron(III)- sulfuric acid-water: An approach to Tinto River's (Spain) hydrogeochemistry. *Spectrochimica Acta Part A68*; pp. 1138-1142.
- WWF. (2012). Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica Bogotá, Colombia. Pp. 48.

# Capítulo 8

## El Conflicto Ambiental del Posconflicto

Paola Andrea Celis Rivera<sup>1</sup>, Sandra Liliana Cristancho Cruz<sup>2</sup>

paola.celis@usbmed.edu.co ; sandra.cristancho@unilibre.edu.co;  
Docente Facultad de Ingenierías de Universidad San Buenaventura Medellín;  
Docente Investigador, Facultad Ciencias de la Educación, de Universidad Libre Seccional Socorro

### 8.1. Resumen

Colombia firmó el Acuerdo de paz en noviembre del año 2016 con uno de los grupos armados más antiguos del territorio, de quienes sus acciones generaron por décadas repercusiones sociales, ambientales y económicas al país. El artículo presenta el resultado de la revisión documental de los conflictos ambientales que se generaron durante cinco décadas en el territorio y presenta cómo aun cuando se ha firmado el acuerdo y se cuenta con programas que establecen medidas de manejo a estos conflictos, muy seguramente se seguirán presentando daños ambientales en los recursos naturales, si no se establecen medidas para abordar los retos que trae la implementación de los acuerdos, así como su control, seguimiento y verificación de cumplimiento por parte de las entidades del estado que tienen competencia ambiental.

**Palabras clave:** Conflicto ambiental; posconflicto; territorio; ordenamiento territorial; acuerdo de paz.

#### Abstract

Colombia signed the Peace Agreement in November 2016 with one of the oldest armed groups in the territory, whose actions generated social, environmental and economic repercussions in the country for decades. The article presents the result of the documentary review of the environmental conflicts that were generated during five decades in the territory and presents how even when the agreement has been signed and there are programs that establish management measures for these conflicts, they will very surely be followed. presenting environmental damage to natural resources, if measures are not established to address the challenges brought by the implementation of the agreements, their control, monitoring and verification of compliance by state entities that have environmental competence.

**Keywords:** Environmental conflict; post-conflict; territory; land use planning; peace agreement.

<sup>1</sup> MSc Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Especialista en Ingeniería Ambiental.

## 8.2. Introducción

La Constitución Política de Colombia le asigna la responsabilidad al Estado de garantizar el cumplimiento del Artículo 79 en cuanto al derecho de gozar de un ambiente sano y a proteger la diversidad e integridad del ambiente (Colombia. Presidencia de la República, 1991). Es por esto, que la primera responsabilidad en el cuidado del medio ambiente y todos sus componentes lo tiene el Gobierno Nacional, pero no debemos desconocer que esta responsabilidad es compartida entre los actores y sectores que se benefician de los recursos que la tierra provee Colombia se encuentra en un periodo histórico y de transición, luego de ser sometido su territorio y población a muchos años de conflicto armado, el cual representó una guerra interna entre grupos armados ilegales al margen de la ley y el Estado. Esta situación que duró más de cinco décadas trajo consigo una serie de situaciones que afectaron todas las áreas del desarrollo sostenible, es decir, los aspectos sociales, económicos y ambientales. El estudio que aborda el artículo busca identificar las repercusiones que había generado el conflicto interno antes de la firma del Acuerdo de Paz y relacionar luego los riesgos ambientales remanentes del pos acuerdo para identificar los retos que ahora tienen los actores a fin de evitar la presencia de conflictos ambientales luego del posconflicto. Para cumplir el objeto del estudio, se presenta inicialmente un listado de las situaciones que se categorizan como conflicto ambiental, dada su naturaleza de afectación a los recursos naturales, para luego revisar cómo los acuerdos de paz abordaron la problemática del manejo ambiental, revisando los programas que conforman estos acuerdos. El objeto del estudio también está orientado hacia la determinación del punto de vista que tiene tanto la población como el gobierno en relación al nivel de cumplimiento de los acuerdos de paz, lo que permitirá identificar los retos que aún quedan por asumir.

## 8.3. Metodología

El tema de interés se abordó mediante la búsqueda de información cuantitativa y cualitativa, aplicando un planteamiento metodológico bajo el esquema de una investigación teórico descriptiva de tipo documental.

Para la primera fase de la investigación se realizó una búsqueda documental con el objeto de recolectar, analizar y comparar la situación actual ambiental del territorio en cuanto a la gestión de los recursos naturales luego de muchos años de conflicto armado en Colombia. Para ello se consultó la terminología relacionada con el conflicto ambiental y todos los sectores sociales, productivos y económicos que tuviesen relación con la realidad del posconflicto en el país. Seguido, se consultaron las diversas actividades que impactaron el ambiente durante el conflicto, para luego hacer una relación de estos impactos con la situación posconflicto y así estudiar los cambios entre estos dos momentos.

Una vez obtenida la información base del estudio, se procedió a revisar el contenido de los acuerdos de paz en cuanto al manejo ambiental a fin de identificar los planes, programas y proyectos establecidos en el documento, y así tener herramientas de comparación en cuanto al avance de su implementación y cumplimiento.

Por último, se estudiaron los retos de la gestión ambiental en el posconflicto, donde se perfilan las diferentes responsabilidades de los actores que intervienen en la nueva etapa del posconflicto.

#### 8.4. Resultados y discusión

En los últimos 50 años, el territorio colombiano ha sido sometido a situaciones de conflicto armado que ha dejado como consecuencia un sinnúmero de impactos sociales, económicos, políticos y ambientales e incluso teniendo repercusiones en las relaciones internacionales. Para abordar esta situación algunos Gobernantes han formulado estrategias que mitiguen y compensen los daños causados por el conflicto interno. En este esfuerzo, el gobierno de Juan Manuel Santos logró firmar un Acuerdo de Paz en el año 2016, con uno de los grupos al margen de la Ley quienes han implantado sus ideologías por más de 50 años, tiempo equivalente al conflicto armado.

Al revisar el documento final del Acuerdo de Paz, las palabras “sostenibilidad” y “sostenible” se encuentran en total 56 veces en donde las relacionan con el contexto socio-ambiental y político, lo que indica que es un tema que se deberá incluir dentro de las actividades que serán sometidas en el cumplimiento de los acuerdos pactados. El Acuerdo también indica que el gobierno deberá establecer lineamientos de planificación para el uso del territorio y señala un tiempo límite para que se elabore un documento de planificación de la zonificación ambiental del territorio, dando un plazo de 2 años para ejecutarlo (Gobierno Nacional, Colombia, 2016, p. 20).

Es conocido que el conflicto armado en el territorio nacional ha sometido a los recursos naturales a actividades que han generado repercusiones no solamente en su componente ambiental, sino también social y económico, razón por la cual se incluye en el Acuerdo el concepto de sostenibilidad, la cual incluye las tres áreas anteriormente mencionadas. A estas alteraciones en los componentes se les agrupa bajo el esquema de conflictos ambientales, los cuales son definidos como:

“(…) las luchas generadas por los efectos de la contaminación en ciertos grupos o por los sacrificios causados por la extracción de recursos naturales, (...) presentando reclamos visibles sobre el estado del ambiente físico y los probables impactos en su salud o en su situación económica, que afectaría sus intereses y también los otras personas y grupos” (Kousis, 1998, citados por Pérez Rincón, Mario Alejandro, 2014, p. 15).

### 8.4.1. Resultados y discusión

En el año 2014, se reportaban 95 casos de conflictos ambientales inventariados para los sectores legales entre los que se encuentran: minería, energía fósil, manejo hídrico, infraestructura, turismo de recreación, manejo de residuos, conflicto de tierras y generación de biomasa. Todas estas actividades han generado consecuencias ambientales, las cuales se han potenciado por el desarrollo de proyectos que cuentan con inversión extranjera (Pérez Rincón, 2014). En el desarrollo de estos proyectos se formulan actividades tendientes a generar acuerdos con las comunidades a fin de poder avanzar en las obras debido a los conflictos que se generan, encontrando que para el año 2014 los mecanismos de acuerdos frente a los conflictos estaban dirigidos por vía pacífica, ya sea por negociación o acudiendo a instrumentos jurídicos, siendo esta opción aproximadamente el 52% de los mecanismos y el 48% restante correspondería a medios violentos (Pérez Rincón, Mario Alejandro, 2015). Para el mes de septiembre del año 2018, en Colombia se reportaban 128 casos de conflictos ambientales según el Environmental Justice Atlas (EJAtlas, 2018), lo que despierta las alarmas frente a otros países y genera una imagen degradada de un país categorizado como biodiverso.

En la siguiente tabla se correlacionan las actividades que han impactado el ambiente durante el conflicto:

Actividad	Componente ambiental impactado
Aspersión del glifosato	Aire y suelo
Atentados contra oleoductos	Agua, suelo, fauna
Minería ilegal	Suelo, agua y ecosistemas
Ocupación de territorios	Suelo
Minas terrestres	Suelo y ecosistemas
Monocultivos ilícitos: coca y amapola	Suelo y ecosistemas
Extinción y desplazamiento de especies	Ecosistemas
Tala de bosques primarios	Flora y Fauna

*Tabla 1 Actividades del conflicto que impactan al ambiente.  
Fuente: Autor*

#### 8.4.2.1. Aspersión del glifosato

La aspersión de este herbicida se aplica para el ataque directo a la hoja más no a la semilla. En Colombia la aspersión aérea se ha implementado desde los años ochenta con suspensión en varios periodos; a esta situación se le ha atribuido ser la generadora de enfermedades para las personas que se encuentran en las zonas directas y cercanas al sitio de la aspersión. Como lo informa la ONG Greenpeace, la Organización Mundial de la Salud (OMS) categorizó al glifosato como una sustancia potencialmente cancerígena (Greenpeace, 2015).



A pesar de que en Colombia se viene aplicando en diferentes momentos esta estrategia para la erradicación de cultivos, la eliminación de éstos aún no se ha dado. Para octubre de 2017 Estados Unidos llamó la atención al gobierno colombiano en vista que para el periodo de año 2013 al 2017 se habían duplicado los cultivos, aun cuando este país ha brindado un significativo apoyo económico y técnico para la implementación de la erradicación de los cultivos ilícitos. Ante este llamado el estado colombiano ha indicado que, entre otras razones, el aumento del cultivo lo ha ocasionado el aumento del dólar promoviendo la exportación de coca, también indicó que el cambio climático favoreció unas zonas donde antes no se podía cultivar y ahora sí se puede, así mismo el aumento de la demanda de las drogas ilícitas a nivel internacional y nacional ha promovido su oferta. Bajo esta situación se buscó retomar estrategias tales como la erradicación voluntaria manual, así como la fumigación con drones a fin de evitar muertes de la fuerza pública por explosivos en las zonas de cultivo. Las novedades de la erradicación no son alentadoras ya que, en lugares como Tumaco, la erradicación tuvo un aumento significativo para el año 2016, pero luego de hacerle seguimiento a la zona se evidenció una resiembra en el 100% de la región. La relación entre los cultivos de coca con los grupos ilegales les permitió por muchos años financiar sus actividades, generando las anteriores afectaciones a la salud y al ambiente, es de esperarse que luego del cese al fuego declarado en el año 2016, estos grupos se desvincularan de esta actividad, pero lo que reporta el Departamento de Estado de Estados Unidos es que las hectáreas reportadas siguen en aumento a pesar de la declaración del Acuerdo de Paz.

#### 8.4.2.2. **Atentado contra oleoductos**

Sólo para el año 2017 en Caño Limón en Norte de Santander, fueron reportados 43 atentados a oleoductos atribuidos a otro grupo ilegal de la zona, lo que suma en este punto más de 1500 atentados terroristas en aproximadamente 30 años de actividad (Especiales Semana Sostenible, 2018). ¿Qué sucede cuando se atenta contra un oleoducto? Se derraman miles de barriles de crudo en suelo, donde en la mayoría de los casos llegan a las fuentes hídricas cercanas de las cuales dependen muchas poblaciones, así mismo genera muerte, extinción y/o desplazamiento de las especies que habitan este tipo de ecosistemas. ¿Quiénes reciben las consecuencias? Económicamente son las compañías y la sociedad por la afectación a los recursos naturales, ambientalmente es la biodiversidad la que se altera por la modificación de su hábitat.

#### 8.4.2.3. **Minería ilegal**

La minería es uno de los sectores productivos que aportan en el desarrollo económico del país, el cual cuando se desarrolla bajo los criterios legales debe someterse a un proceso de licenciamiento ambiental el cual su adjudicación depende de lo presentado en el Estudio de Impacto Ambiental, este documento deberá integrar todas aquellas actividades que se desarrollarán para prevenir, mitigar, controlar y compensar los daños ambientales generados por el proyecto y la Autoridad Ambiental competente será la encargada de verificar su cumplimiento.

Cuando la minería se realiza sin las autorizaciones legales, será una actividad que no cumple con los criterios ambientales para su desarrollo y no cuenta con los programas adecuados para tomar medidas que aborden los impactos generados a todos los componentes, tales como el suelo, agua, aire y ecosistemas. Así como en los cultivos ilícitos, la minería ilegal ha sido fuente de financiación de grupos al margen de la ley, quienes han sido dueños de territorios a donde las autoridades no han logrado acceder.

Tal es el caso del departamento de Chocó, donde el 70% de los municipios son mineros, siendo el primer departamento productor y distribuidor de Platino, con una participación del 98% y el segundo en oro. De acuerdo al censo minero del año 2010-2011 realizado por el Ministerio de Minas y Energía de Colombia, sólo el 4% de la minería de oro tipo aluvión contaba con un Título minero (Morales, 2017), y para el año 2017 la ANLA no reportaba licencias ambientales de explotación minera. Y como conflicto ambiental se presentan situaciones de impactos por consumo de agua contaminada por mercurio ocasionando enfermedades que ocasionan malformaciones congénitas en las poblaciones, de igual forma la ocupación del territorio para explotación minera ha afectado al suelo por erosión y deforestación, ocasionando a su vez el desplazamiento de especies.

#### 8.4.2.4. Ocupación de territorios y minas terrestres

Los grupos armados tenían que financiarse con la minería ilegal o artesanal, así como con actividades de cultivos ilícitos y narcotráfico. Para la protección de sus territorios acudían a la instalación de campos minados alrededor de sus cultivos de coca, marihuana, amapola, así como en los límites de los puntos mineros. Estos artefactos llevan consigo impactos ambientales, desde su instalación hasta su activación o desactivación, donde la afectación directa sería al suelo, a los cultivos, a la vegetación, y a los animales que allí habitan y las activan, sin restar importancia a la principal situación de riesgo, que es la vida de las personas que pueden activarlas por pisarlas o también aquellos técnicos que buscan su desactivación.

De otro lado se encontró que existe un conflicto en los sistemas protegidos de biodiversidad, administrados actualmente por Parques Nacionales Naturales (PNN), en donde los sistemas de información reportan la delimitación, pero ésta no es clara, situación que ha permitido el desarrollo de proyectos tanto legales como ilegales. Se ha reportado que Colombia tiene 59 PNN y en 16 de ellos existen cultivos de coca como resultado de un aumento del 45% en el año 2014, correspondiendo a 5466 hectáreas sembradas en zonas de patrimonio natural de la nación (Encinales, Gutiérrez, & Lizcano, 2018).

Pero no todo ha sido negativo, como lo muestra el caso de la Serranía de La Macarena Declarado en 1959 como Monumento Nacional por su importancia científica, en 1989 se constituyó como área de manejo especial, conformada por 4 Parques Nacionales y 3 distritos de manejo integrado (DMI). También cuenta con zonas de reserva campesina (ZRC). Ha logrado reinventarse en torno a otras actividades como el turismo. Actualmente, cerca de 350 familias se benefician

del turismo comunitario y en 2014, diez mil turistas de 43 nacionalidades diferentes visitaron Caño Cristales (El Tiempo, 2015), citado por (Rodríguez, Franco, & Durán, 2017).

En este mismo lugar han sucedido situaciones contrarias a la tendencia de mejorar la calidad de vida y del ambiente y es precisamente que el desalojo de los grupos armados ha llevado a la inversión del sector privado en zonas que antes no podían llegar para explotar y aprovechar los recursos naturales.

#### 8.4.2.5. Cultivos ilícitos

Dentro de esta categoría se incluyen entre otros la marihuana, amapola y coca, de las cuales se ha reportado que para el cultivo de una hectárea de éstos se requiere la tala de bosque en las siguientes proporciones: 1.5 ha, 2.5 ha y 4 ha, respectivamente.

Pero estos cultivos traen otras dimensiones contrarias a la paz por actividades como el narcotráfico, que ha permeado a la sociedad por acciones como atentados, tomas, bloqueos, sabotajes a oleoductos, sistemas de energía y comunicaciones, generando impactos como alteración del paisaje y hábitats por el ruido. La tenencia de la tierra para cultivos ha generado deforestación, pérdida de fauna y biodiversidad, erosión, conflicto en cuanto a la vocación natural del suelo, uso de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes para el mantenimiento de cultivos, contaminando el agua.

Y otra dimensión social de gran importancia ha correspondido a los desplazamientos forzados cuya consecuencia ha sido el aumento del nivel de pobreza, generando una alteración del paisaje y degradación de los recursos de la zona que ocupan.

#### 8.5. ¿Qué abordan los acuerdos de paz en cuanto al manejo ambiental?

Para este apartado se tomó el documento final del Acuerdo de Paz con el objeto de identificar las propuestas relacionadas con los conflictos ambientales anteriormente listados, encontrando la siguiente información:

Acuerdo de Paz	Programas
<b>Acuerdo 1. Reforma Rural Integral (RRI)</b>	1. Acceso y uso de la tierra
	2. Planes nacionales rurales para la RRI
	3. Programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET)
<b>Acuerdo 3. Drogas ilícitas</b>	1. Sustitución de cultivos ilícitos
	2. Prevención del consumo de drogas ilícitas
	3. Solución al problema de narcotráfico

Tabla 2 Acuerdos relacionados con los conflictos ambientales

Fuente: Adaptación de la Cartilla pedagógica ABC del Acuerdo final (Acuerdo de Paz, 2016)

### 8.5.1. Acuerdo 1. Reforma Rural Integral (RRI)

El programa de acceso y uso de la tierra plantea estrategias para el adecuado manejo y uso del suelo rural. El acuerdo aborda 4 áreas a saber: sustitución de tierras, catastro multipropósito (sólo el 15% del catastro rural está actualizado), jurisdicción agraria y Plan de zonificación ambiental. La estrategia propone no sólo dar la tierra sino brindar asistencia técnica, apoyo en acceso a salud y educación y construcción de vías terciarias; para lograrlo se acordó contar con un fondo de tierras para la distribución, estas tierras provendrían de territorios adquiridos por narcotraficantes o testaferros. El programa también indica que se dará un subsidio para la adquisición de tierras con una línea especial de crédito. Un reto para el gobierno es la actualización de los catastros rurales, lo cual permitirá el recaudo de impuesto predial rural y la optimización el uso productivo del suelo. Una vez se cuente con el catastro rural se podrá reconocer la tenencia y usos actuales del suelo.

En cuanto a los Planes Nacionales Rurales, proponen como meta la reducción al 50% la pobreza rural a 10 años, es por ello que se incluyen estrategias en cuanto a la mejora de la infraestructura y adecuación de tierras, ya que Colombia ocupa el puesto 126 entre 144 en infraestructura vial, las estrategias se compilan en el desarrollo de los siguientes planes:

- Plan nacional de riego y drenaje a pequeña escala.
- Plan de electrificación rural y conectividad digital. Plan de Acceso a vivienda y a agua potable
- Plan nacional de salud y educación rural. (el 27% de hogares no tiene alcantarillado ni pozo séptico)
- Planes para estimular la producción de agricultura familiar
- Plan nacional de asistencia técnica e innovación tecnológica (Acuerdo de paz, 2016)

Los Programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET) establecen propuestas a fin de abordar la problemática de la ocupación del territorio, debido a que más de 2 millones de hectáreas fueron despojadas y 4 millones fueron abandonadas. Es así como se desarrollará una intervención del territorio, priorizando así la problemática encontrada:

- Zonas con grado de afectación por el conflicto armado
- Nivel de pobreza
- Abandono institucional
- Presencia de cultivos ilícitos

### 8.5.2. Acuerdo 3. Drogas ilícitas

Para la sustitución de cultivos ilícitos se propuso un macro programa “Programa nacional integral de sustitución y erradicación de cultivos de uso ilícito - PNIS”, el cual establece entre sus requisitos la firma de acuerdos de sustitución, no resiembra y no involucrarse con el narcotráfico, de igual modo se crean a nivel municipal los PISDA (Programa Nacional Integral de Sustitución y Desarrollo Alternativo) (Gobierno Nacional, Colombia, 2016).

En relación al consumo de las drogas ilícitas, Colombia ha pasado de ser un país productor a uno consumidor. En el año 2019, el DANE realizó una Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas - ENCSPA, reportando en sus resultados que un 9.7% de la muestra poblacional ha consumido algún tipo de sustancia psicoactiva ilícita al menos una vez en su vida, e indica que la edad promedio a la cual inicia el consumo es entre los 18 y 20 años. Así mismo, los datos muestran que la prevalencia del consumo es por la marihuana seguido de la cocaína, lo cual coincide con su facilidad de acceso a éstas según el estudio. (DANE, 2019). Para tratar esta situación, la estrategia que aborda el acuerdo es la generación de programas de prevención del consumo de drogas ilícitas, estableciendo un programa presidencial para atender y prevenir el consumo, ofreciendo espacios de apoyo mediante un Sistema de atención al consumidor de drogas ilícitas.

Lo presentado en este numeral no puede dejar de mencionar el grave problema social que conlleva todas las actividades relacionadas a las drogas ilícitas, siendo el narcotráfico un reto no sólo para Colombia, sino para la articulación de estrategias transnacionales que promuevan las acciones legales para el control de esta actividad. El acuerdo aborda tres soluciones para limitar el narcotráfico: desarticular las bandas que tienen asociado el narcotráfico con el Crimen organizado, establecer mecanismos para la lucha contra el lavado de activos y la lucha contra insumos y precursores químicos (Gobierno Nacional, Colombia, 2016).

### 8.5.3. ¿Qué dicen los actores implicados acerca del grado de cumplimiento de estos acuerdos?

El gobierno ha presentado informes de algunos avances que se han obtenido de la aplicación de los acuerdos, entre lo que se resalta el caso de Antioquia, donde hay vinculadas 11000 familias de 4 municipios, los cuales 7000 ya tienen pagos consistentes a la Asistencia Alimentaria. De igual manera, ha reconocido que en la erradicación forzosa la resiembra es del 40%, mientras en el caso de la sustitución voluntaria es de 0%. Para la erradicación de cultivos ilícitos se ha adelantado un plan piloto en este mismo departamento con dos drones que operarían durante 45 días con una meta de 130 hectáreas erradicadas.

De otro lado, la sociedad ha comunicado que para no retomar actividades ilícitas que realizaban antes y durante el conflicto y que generaban daño a los recursos, es necesario el apoyo del Estado, generando proyectos de inversión para que puedan contar con escuelas, centros de salud, vías, interconexión eléctrica, proyectos productivos con asesoría técnica y maquinaria para que las comunidades puedan producir. En relación a las fumigaciones, son muchas las asociaciones que han levantado su voz para que éstas no sean realizadas con glifosato, debido a que esta sustancia esteriliza la tierra, la contamina y no deja crecer otros cultivos. La población también ha hecho un llamado al gobierno para que asuma su responsabilidad en cuanto al control del territorio, ya que han sentido que, durante el conflicto los grupos armados ejercían un control para acceder a territorios y evitar de cierta manera la tala de árboles; ahora que no están, han evidenciado un aumento en la explotación de los recursos naturales, tal como lo comenta un campesino de la zona de San Vicente del Caguán (Semana Rural, 2018).

## 8.6. Los retos de gestión ambiental en el posconflicto

### 8.6.1. Reto 1. Gestión de los recursos naturales

El documento “Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia” generado por el Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo - PNUD indicó que naciones como Guatemala, República del Congo y Angola experimentaron la degradación de su patrimonio ambiental en periodos de posconflicto. Estos hechos permiten que naciones como Colombia puedan adelantarse mediante una planificación estratégica que será determinante para evitar los daños ambientales que ya se sienten en el territorio (Sistema de Las Naciones Unidas en Colombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). Este documento es un llamado hacia los actores involucrados en el posconflicto para que no permitan que las situaciones de conflicto ambiental lleven al territorio nacional al avance en el deterioro y degradación de los recursos naturales.

El actual reporte en cuanto al conflicto del uso de suelo representa una situación que deberá tener prioridad mediante el ordenamiento del territorio. Actividades económicas representativas como la agricultura, que actualmente presenta un alto porcentaje de subutilización con sólo el 30% de uso actual frente al 100% de potencial que tienen es sobrepasada por la ganadería cuyo uso real está superando en más del 300% del uso del territorio destinado para este sector, según la información de la Oficina del Alto comisionado para la paz. Este desequilibrio en el manejo y uso del territorio representa uno de los retos ambientales para evitar la erosión y contaminación del suelo, el cual se gestionaría mediante la implementación de la Política Ambiental posconflicto a la cual se le dio dos años para su publicación; lo anterior permitirá la generación de una nueva visión en cuanto al ordenamiento del territorio como resultado de la aplicación de lineamientos legales que permitan ordenar la casa. Cuando el Estado colombiano establezca un sistema claro para el uso y manejo del suelo, tendrá herramientas para indicar el uso más apropiado del mismo, y así cumplir con las temáticas abordadas en los acuerdos para la restitución de tierras y con los tiempos estipulados (Rutas del conflicto, s.f.).

Para evitar la degradación y uso ineficiente de los recursos naturales, se deberá contar con el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura y agropecuarios que promuevan la toma de medidas de gestión tendentes a evitar la tala indiscriminada o en su defecto a compensar los daños ambientales en la ejecución de los mismos.

### 8.6.2. Reto 2. Gestión socio-económica de los cultivos ilícitos

Es entendido que el problema de los cultivos ilícitos representa un manejo complejo, pero se deberá incentivar estrategias en las comunidades que permitan resolver el problema social por la erradicación voluntaria y forzosa, mediante programas de inclusión social y acompañamiento técnico, ya que estas comunidades han desarrollado esta actividad por muchos años y no conocen otra manera económica de subsistencia. Así mismo, el Estado deberá

intervenir en situaciones de desplazamiento forzado, para evitar que las personas desplazadas acudan a alternativas tales como invasión de zonas de montaña y recaigan en su antigua manera de cultivar. Para ello será necesario hacer una organización del territorio y mantenerla actualizada, brindando apoyo social y seguimiento a estas personas.

### 8.6.3. Reto 3. Gestión técnica, económica e institucional

El gobierno deberá garantizar una serie de instrumentos encaminados hacia la prevención de retroceder en situaciones tales como la resiembra, la reactivación de disidencias de los grupos armados, la minería ilegal y la ocupación y uso inadecuado del suelo. Es por lo anterior que el Estado deberá:

- Brindar apoyo y acompañamiento técnico para la promoción de nuevas actividades productivas.
- Establecer mecanismos eficaces y efectivos para el control y vigilancia de los nuevos actores del posconflicto.
- Generar e implementar programas de inclusión social.
- Desarrollar nuevos proyectos bajo el enfoque de sostenibilidad

Es necesario que el gobierno colombiano fortalezca las instituciones tales como autoridades ambientales, para que el posconflicto no genere nuevos conflictos por el riesgo de degradación de los recursos. De igual manera se deberá controlar y vigilar el desarrollo de los programas establecidos en el acuerdo y promover la protección del ecosistema mediante incentivos económicos.

## 8.7. Conclusiones

En el estudio fue determinante comprender el concepto de conflicto ambiental, lo que permitió identificar las acciones que repercuten sobre los recursos, el territorio y la población. Esta apropiación del concepto fue base para generar una correlación entre el deterioro de los recursos naturales y las acciones de guerra en el país previas a la firma del Acuerdo de Paz.

Del análisis de los acuerdos de paz que proponen programas de gestión sostenible, se pudo identificar que incluye de manera integral el manejo de los problemas categorizados como conflictos ambientales, pero aún quedan vacíos en cuanto al manejo de situaciones que seguirán generando degradación en el ambiente, tales como la resiembra, la minería ilegal, la ocupación ilegal de territorios y las disidencias. De igual modo, como resultado de la revisión bibliográfica, se reconoce que las comunidades relacionadas y afectadas por el anterior conflicto armado aún reclaman acerca de las deficiencias y demoras que ha tenido la implementación de los acuerdos, situación que podría reactivar las actividades ilegales. Así mismo, se encontró que varios de los documentos estudiados hacen un llamado para que se organice el territorio y se establezca el uso adecuado del suelo para que no se generen nuevos proyectos de desarrollo que ocupen territorio y agoten los recursos que antes eran resguardados por lo grupos armados y que de una u otra manera los preservaban.

Ahora bien, se reconoce que el fortalecimiento y una adecuada comunicación de todas las entidades del estado que tienen competencia ambiental, tales como el Departamento Nacional de Planeación, los Ministerios con competencias ambientales y los Organismos de control, se articulen y dinamicen en cuanto a la aprobación de nuevos proyectos y que estos sea sometidos a un sistema de control y seguimiento de uso y aprovechamiento adecuado de los recursos en las zonas ya identificadas como priorizadas luego de la firma del acuerdo de paz.

Para concluir, es necesario generar acciones apoyadas de la academia para mejorar la gestión institucional del gobierno, mediante sistemas de educación ambiental y acompañamiento técnico, de tal manera que se haga partícipe de la búsqueda de la paz, no sólo al Gobierno, a los desmovilizados, a los disidentes, sino que todos somos parte de ese cambio que tanto ha necesitado este país.



## 8.8. Referencias Bibliografía

- Acuerdo de Paz. (2016). ABC del acuerdo final - Cartilla pedagógica. Obtenido de <https://bit.ly/2Ea516U>
- Colombia. Presidencia de la República. (1991). Constitución Política. Bogotá: Gaceta Constitucional. Obtenido de Constitución Política de Colombia.
- DANE. (2019). Encuesta Nacional de Consumo de Sustancias Psicoactivas - EBCSPA - Resultados 2019. Obtenido de <https://bit.ly/365zLlq>
- EJAtlas. (Septiembre de 2018). Environmental Justice Atlas. Obtenido de <https://ejatlas.org/country/colombia>
- Encinales, L. C., Gutiérrez, C., & Lizcano, M. F. (2018). La huella de 45 años de cultivos de coca. Semana Sostenible. Obtenido de La huella de 45 años de cultivos de coca: <https://bit.ly/3ga3URY>
- Especiales Semana Sostenible. (2018). Voladuras: una cruda arma de guerra. Obtenido de <https://bit.ly/2Ybtik3>
- Gobierno Nacional, Colombia. (24 de Noviembre de 2016). Acuerdo del Paz. Obtenido de Jurisdicción Especial para la Paz - JEP: <https://bit.ly/2RYc46h>
- Greenpeace. (2015). Glifosato. Obtenido de <https://bit.ly/2EbAZ2C>
- Morales, L. (2017). LA PAZ Y LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN COLOMBIA: propuestas para un desarrollo rural sostenible. Obtenido de <https://bit.ly/317m5ng>
- Pérez Rincón, M. A. (2014). Injusticias Ambientales en Colombia. Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales, 65-78.
- Pérez Rincón, Mario Alejandro. (28 de enero de 2015). Conflictos ambientales en Colombia: actores generadores y mecanismos de resistencia comunitaria. Obtenido de Ecología política: <https://www.ecologiapolitica.info/?p=1980>
- Rodriguez, C., Franco, D. R., & Durán, H. (2017). La paz ambiental: retos y propuestas para el posacuerdo. Bogotá: Centro de Estudios de Derecho, Justicia y Sociedad, Dejusticia. Obtenido de <https://bit.ly/2FzJgOD>
- Rutas del conflicto. (s.f.). La restitución de tierras que aún no llega al Cucal. Obtenido de <https://bit.ly/345TveF>

Semana Rural. (2018). La deforestación amenaza con acabar los bosques del Caguán. Obtenido de <https://bit.ly/3g6TJNZ>

Sistema de Las Naciones Unidas en Colombia y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). Consideraciones ambientales para la construcción de una paz territorial estable, duradera y sostenible en Colombia - Insumos para la discusión. Bogotá.

# Capítulo 9

## Estrategias de aprovechamiento de los Residuos Sólidos generados en la Sede Principal del Colegio Alberto Santos Buitrago

César Augusto Alba Rojas<sup>1</sup>, Ruth Yolanda Nossa Rivera<sup>2</sup>, Sandra Liliana Cristancho Cruz<sup>3</sup>

cesara.albar@unilibre.edu.co; ruthnossa@hotmail.com; sandra.cristancho@unilibre.edu.co  
Docente Facultad Ciencias de la Educación Universidad Libre Seccional Socorro;  
Docente Colegio Alberto Santos Buitrago del Socorro;  
Docente investigador - Facultad Ciencias de la Educación, Universidad Libre Seccional Socorro

### Resumen

El propósito investigativo en mención comprende campañas de reciclaje y reutilización de botellas plásticas al compactarlas con bolsas para hacer pequeños muros de contención y embellecer el ambiente educativo de la sede principal del Colegio Alberto Santos Buitrago. En el procedimiento metodológico, de enfoque cualitativo, se utilizaron como técnicas e instrumentos la observación y el análisis de una problemática institucional acaecida porque la ubicación rural del plantel educativo dificultaba la recolección de los residuos sólidos que se generaban al interior del colegio, generando focos de contaminación ambiental y visual. En cada una de las intervenciones se propició encuentros entre estudiantes, padres de familia y docentes para la generación de ideas que conllevaran a la minimización de la problemática y cuyos resultados se reflejaran en la puesta en marcha de una campaña de reciclaje y la compactación de botellas PET con los empaques de productos de la tienda escolar. Así mismo se estableció que el material reciclado se vendería a una empresa y que las botellas compactadas se utilizarían para hacer pequeños muros de contención que sirvieran de soporte para la siembra de plantas ornamentales. En este proceso metodológico, nacido en el año 2016, participó el equipo de calidad de la Secretaria de Educación Departamental con la estrategia denominada apropiación social de la ciencia, la innovación, para incorporar la investigación como estrategia pedagógica a los currículos de las instituciones educativas de los municipios no certificados del departamento, apoyado en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, el cual se implementó gracias a los docentes investigadores. Como conclusiones y resultados se puede resaltar que se logró la participación activa de la comunidad educativa en el desarrollo del proyecto, de tal manera que se realizaron los equipos de trabajo para la recolección y venta del reciclaje, la compactación de las botellas y la disposición de las mismas en muros de contención para siembra de plantas ornamentales. Así mismo se logró incorporar la propuesta al proyecto escolar ambiental del colegio PRAE y en la planeación y programación curricular de las diferentes áreas la investigación como eje que transversaliza e integra el saber de una manera significativa en el desarrollo de competencias.

**Palabras claves:** Estrategias, residuos sólidos, educación Ambiental.

## 9.1. Introducción

El proceso investigativo surge como una necesidad de mejora del entorno ambiental en la sede principal del Colegio Alberto Santos Buitrago del Municipio de EL Socorro, debido a que para el año 2016 no existía una disposición final de los residuos sólidos porque la ubicación rural del colegio y su marcada distancia de la zona urbana impedía a la empresa de servicios públicos municipales hacer la recolección de la materia inerte que allí se generaba, creando el acumule de material inorgánico y con ello focos de contaminación del ambiente escolar. La situación en contexto suscitó la pregunta ¿Cómo utilizar adecuadamente los residuos sólidos que se generan en la sede A del Colegio Alberto Santos Buitrago del Municipio de El Socorro? Para dar respuesta al interrogante se planteó como objetivo general mejorar el ambiente escolar minimizando factores de riesgo y contaminación en la sede principal del Colegio desde espacios de formativos para el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas que integren a los estudiantes con la comunidad educativa mediante un abordaje de acciones a favor del ambiente, haciendo que, desde un enfoque cualitativo, se contribuya a al desarrollo de la formación de saberes cognitivos, prácticos y axiológicos de manera contextualizada y que se evidencian en cambios de actitud a favor del cuidado ambiental y pro del fortalecimiento de la cultura del reciclaje para que de una u otra forma sean coherentes con las conclusiones de encontradas por Hurtado (2012) en su tesis de Maestría, sobre afirmaciones en la cual la escuela reconoce que la escuela genera impacto en acciones ambientales que se multiplican en la familia y comunidad.

## 9.2. Descripción Del Problema

Por medio de la observación directa sobre las vivencias de interacción escolar en el Colegio Alberto Santos Buitrago del Municipio de El Socorro, se pudo evidenciar la inadecuada disposición final de los residuos sólidos que se generaban al interior de la sede principal, debido a que la institución por estar ubicada en la zona rural y a 8 km del casco urbano no se disponía del servicio de recolección y transporte de residuos por parte de la empresa prestadora de servicios públicos del municipio; situación que estaba generando el acumule de material inorgánico y con ello focos de contaminación del ambiente escolar. De igual manera, la situación, permitió reconocer que no se estaba haciendo la clasificación adecuada de los residuos sólidos y que algunos estudiantes arrojaban la “basura” en cualquier lugar o recipiente, denotando un descuido en el aspecto de presentación del entorno, malos olores ambientales, deterioro de las zonas verdes y la ausencia de una cultura de reciclaje.

La anterior situación conllevó a que lo docentes investigadores junto con los estudiantes buscaran alternativas de solución mediante el planteamiento y desarrollo de un proyecto que abordara una cultura del reciclaje, un buen uso de los desechos producidos y la preservación del medio ambiente, fortaleciendo, del mismo modo, la competencia ambiental como responsabilidad social que integrara la escuela, la familia y la sociedad, de tal manera que aportara a la disminución y mitigación de la crisis ambiental en aras de mejora sobre mejores condiciones biológicas, culturales, económicas y sociales en el presente y en el futuro; entrando en coherencia con aquella afirmaciones de Sánchez (2010)

cuando afirma que es muy importante recalcar en los estudiantes el valor por el cuidado del entorno ya que son ellos los que se convierten en agentes multiplicadores de promoción y preservación del ambiente.

### 9.3. Antecedentes

La investigación realizada por Boerschig & De Young (2010), denominada “Evaluation of selected recycling curricula: Educating the green citizen” y cuyo objetivo era analizar los programas de estudio de residuos sólidos en catorce instituciones de Estados Unidos, bajo un tipo de investigación cualitativa-descriptiva, llegó a la conclusión que en la educación ambiental se identifican ocho variables como factores predictores de cambio de comportamiento de conservación: habilidades de acción, el conocimiento de las estrategias de acción, el conocimiento de la cuestión, las actitudes, el locus de control, la responsabilidad personal, la sensibilidad y las normas sociales, la cuales fortalecen la educación ambiental, mitigando la crisis que genera la no clasificación de los residuos sólidos.

Hurtado (2012), en la Universidad Nacional de Colombia desarrolló el proceso investigativo denominado “La representación social de reciclaje y cuidado del entorno, una propuesta de aula para la educación media” la cual tuvo como propósito diagnosticar en los estudiantes la representación cultural del concepto de reciclaje con el fin de diseñar una propuesta de aula tendiente a generar un cambio conceptual y experimental sobre el reciclaje, propiciando con ello un aprendizaje significativo, además del desarrollo de competencias ambientales y de la responsabilidad individual sobre el manejo de residuos sólidos. La metodología utilizada fue la cualitativa descriptiva, concluyendo que se evidencia la necesidad de fortalecer la formación conceptual desde la enseñanza de las ciencias e integrar la práctica, para generar aprendizajes contextualizados y cambios de actitud, viéndose reflejado en la apropiación y difusión de una cultura de cuidado del ambiente y el manejo de los residuos sólidos, debido a que las costumbres, hábitos y valores inculcados en la escuela y el hogar, son pieza fundamental en la construcción y adquisición de representaciones acerca del cuidado del entorno y del reciclaje.

### 9.4. Pregunta Problema

¿Cómo utilizar adecuadamente los residuos sólidos que se generan en la sede A del Colegio Alberto Santos Buitrago del Municipio de El Socorro?

### 9.5. Justificación.

Teniendo en cuenta que en la sede principal del Colegio Alberto Santos Buitrago no existía un plan adecuado para soportar la disposición final de los residuos que se generaban al interior del plantel educativo, los cuales estaban convirtiéndose en un foco de contaminación ambiental, se generaron espacios de reflexión académica desde el campo investigativo para la búsqueda de alternativas de solución que involucrara la participación de la comunidad educativa y la respectiva formación en competencias ambientales, de tal manera que se jalonaran procesos de impacto ambiental dentro de la institución escolar y fuera de ella, con acertados canales comunicativos entre los estudiantes, padres de familia y docentes. Partiendo del análisis de las diversas

situaciones presentadas y del proceso de fundamentación teórica se ve la necesidad de trabajar en el desarrollo de habilidades en materia ambiental, enfatizadas en la preservación de los recursos naturales, la transformación de los residuos de desecho, el reciclaje y cuidado del ambiente, con el fin de potenciar los saberes ambientales con las acciones que ello implica para la preservación de los recursos naturales en los cuales los estudiantes del Colegio Alberto Santos, desde una metodología de enfoque cualitativa, les permitiese trazar objetivos de mejora en el ambiente escolar minimizando factores de riesgo y contaminación con la conformación de grupos de investigación para el tratamiento adecuado de los residuos sólidos generados en la escuela. Se consiguió que los estudiantes lograran liderar campañas formativas para hacer la adecuada separación de los residuos y tuvieran presente la forma correcta de reutilizar materiales y mejorar la presentación de los espacios al interior de la institución.

Así mismo se permitió que explícitamente los estudiantes se formaran en emprendimiento en coherencia con los objetivos expuestos por el MEN (2006) mediante la guía 21 de la articulación de la educación con el mundo productivo y de las mismas competencias laborales. Institucionalmente, también, se previó el incorporar en el PRAE los planes para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos y transversalizar la investigación al plan curricular del Colegio; para que de uno u otro modo fuera coherente con lo expresado con Parra (2003) cuando refiere que el colegio es el mejor medio para la formación ambiental, al considerar la educación ambiental como el camino que busca formar personas que sean capaces de obrar racional y autónomamente con una buena escala de valores, capaces de enjuiciar críticamente la problemática de nuestra realidad en el medio y poder llegar a eliminar conductas negativas y modificarlas por otras que sean válidas para todos los miembros de la comunidad, desde la formación de la escuela y su incidencia en los hogares por medio de los estudiantes como canal multiplicador del hacer y el saber.

## 9.6. Objetivo General

Mejorar el ambiente Escolar minimizando factores de riesgo y contaminación en la sede principal del Colegio Alberto Santos Buitrago del municipio de El Socorro, Santander, desde espacios de formativos que integren a la comunidad escolar.

## 9.7. Objetivos Específicos

- Conformar grupos de investigación para el tratamiento adecuado de los residuos sólidos generados en el ambiente escolar
- Incorporar en el Proyecto educativo Ambiental los planes para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos
- Transversalizar la investigación al plan de Estudio del Colegio, logrando la participación formativa desde cada una de las áreas del saber que hacen parte del currículo

## 9.8. Marco Teórico

El fundamento teórico está basado en las ideas de León (2001) quien expone que la formación en el tratamiento de los residuos sólidos y reutilización aportan al cuidado y protección del ambiente, mediante proyecciones de mayor

uso a diferentes alternativas energéticas para diseminar la contaminación ambiental y con ello generar un óptimo impacto ambiental. Igualmente, se reconoce las apreciaciones de Bustamante, Cruz y Vergara (2017) quienes refieren que los proyectos de educación ambiental son propiciadores de mejores acciones a favor del entorno, de uso y protección, por lo cual se debe fundamentar en un cambio de conocimientos y comportamientos de la sociedad y en sus amistades con el medio para concebir una nueva conciencia que induzca a la multiplicación de rutinas para protegerlo e ir reconociendo la importancia del equilibrio natural adaptando las necesidades de desarrollo humano de manera limpia sin daño a los ecosistemas y que expresiones de Shelley & Cols., (1992) citados por Arandes, Bilbao & López (2004) afirman que el uso del reciclaje puede llegar hacer agente comercial pero especialmente es un factor que conllevan al tratamiento de materias primas que reducen potencialmente el gasto de los recursos no renovables.

## 9.9. Metodología.

### 9.9.1. Tipo de Investigación

El abordaje investigativo se trabajó desde el enfoque cualitativo, pues se desea comprender, describir y tratar el problema, para generar un impacto ambiental como proceso sistemático, empírico, riguroso y organizado logrando la vinculación de comunidad educativa con acciones hacedoras hacia la construcción de mejores ambientes a partir de sus experiencias (Hernández, 2003)

### 9.9.2. Localización

La sede principal del Colegio Alberto Santos Buitrago del Municipio de El Socorro, se encuentra ubicada a 8 km de la vía que conduce al del municipio de Pinchote.

### 9.9.3. Población y muestra

El proyecto está enfocado, como población, a los 82 estudiantes de educación básica secundaria y media del Colegio Alberto Santos Buitrago, los cuales se forman con respecto a la técnica agropecuaria, debido a que el área de influencia del plantel está ubicada en la zona rural. Por su parte la muestra, seleccionada por conveniencia se constituyó principalmente con los 29 estudiantes de grado octavo y noveno.

### 9.9.4. Técnicas de Investigación

- **Observación.** Recolección de datos durante todo el proceso investigativo, lo cual permitió realizar un análisis de las necesidades ambientales en el entorno educativo y la importancia de implementar estrategias que permitieran el cuidado y preservación del ambiente. Esta técnica se evidencia en cada una de las rejillas elaboradas para las fases procedimentales de la propuesta, en la cual se utilizaron rejillas de Observación.

Tabla 1 Plan de acción

Actividad	Criterio	Observación
➤ Conformación de grupos investigativos.		
➤ Tópico generadores de la investigación ambiental		
➤ Búsqueda de la información-consulta - bases teóricas e investigativas		
➤ Planes de trabajo		
➤ Fase de ejecución, evaluación y retroalimentación		

Fuente: Autores

- Encuesta a estudiantes: Se diseñaron y aplicaron encuestas a los estudiantes y padres de familia para reconocer en ellos los conocimientos o saberes relacionados con el ambiente y la disposición de los residuos.

#### ENCUESTA A ESTUDIANTES

**Objetivo:** Identificar el conocimiento de los estudiantes sobre el reciclaje y la conservación del ambiente

**Instrucciones:** Apreciado estudiante marca con una X la opción de respuesta que considere se ajuste a su opinión o saber.

1. Sabe ¿qué son residuos sólidos? A. Si B. No	7. Sabe ¿cuáles son los residuos que puede reciclar? A. Si B. No
2. ¿considera que en su institución educativa existen suficientes canecas para la recolección de residuos? A. Si B. No	8. La recolección de los residuos sólidos ¿es un problema de solo algunas personas? A. Si B. No
3. ¿Siempre arrojas los residuos en el lugar adecuado (canecas)? A. Si B. No	9. conoce ¿Qué es el PRAE? A. Si B. No
4. ¿Sabes a dónde van a parar los residuos sólidos que tiras? A. Si B. No	10. ¿tiene el concepto claro sobre educación ambiental? A. Si B. No
5. ¿Alguna vez en su colegio le han enseñado sobre el manejo de los residuos? A. Si B. No	11. ¿sabe separar adecuadamente los residuos sólidos? A. Si B. No
6. ¿Considera que los residuos arrojados en nuestro entorno afectan el ambiente? A. Si B. No	12. ¿realiza el reciclaje frecuentemente? A. Si B. No

Figura 1 Encuesta a estudiantes

Fuente: Autores



ENCUESTA A PADRES DE FAMILIA	
Objetivo: Identificar el conocimiento que los padres de familia tienen con respecto al procesos de enseñanza y aprendizaje de sus hijos en el área de las ciencias naturales y la educación ambiental	
Instrucciones: Apreciado padre de familia, marca con una X la opción de respuesta que considere se ajuste a su opinión o saber.	
1. ¿Motiva a su hijo a cuidar el ambiente? A. Si B. No	4. ¿Considera importante el cuidado del ambiente? A. Si B. No
2. ¿Considera, importante para su hijo, el aprendizaje de las ciencias naturales? A. Si B. No.	5. ¿practica el reciclaje frecuentemente? A. Si B. No
3. ¿Participa con su hijo (s) en la elaboración de tareas? A. Si B. No	6. ¿considera importante reciclar? A. Si B. No

**Figura 2** Encuesta a padres de familia

**Fuente:** Autores

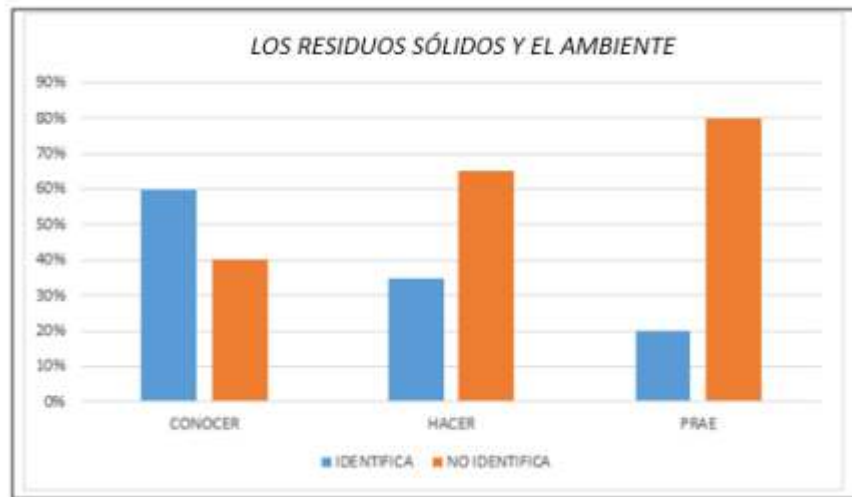
### 9.10. Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo del proyecto se fundamentó en cinco fases: 1. Conformación de equipos de trabajo e Identificación del problema, 2. Búsqueda de información, 3. Plan de Trabajo, 4. Ejecución. La primera de ella correspondió a la conformación de los grupos de investigación en la cual se concibieron los tópicos generadores de la problemática a manera de intervención investigativa. Como segunda fase se realizó la búsqueda de información de antecedentes y bases teóricas que orientaran la planeación del desarrollo del proyecto; proceso liderado por los docentes y el acompañamiento metodológico en proyectos de investigación por parte de la oficina de Calidad de la secretaria de Educación Departamental de Santander, en Convenio con la organización departamental denominada: Fortalecimiento en apropiación social en ciencia, tecnología e innovación apoyadas en las 'N-Tics'. Como tercera fase se procedió a realizar el plan de trabajo el cual estuvo constituido con la lluvia de ideas por parte del grupo estudiantil, luego se procedió a la recolección y disposición de los residuos. En la cuarta fase se realizaron las actividades de ejecución comprendidas en la compactación de las botellas PET con el empaque de las bolsas plásticas de los empaques de golosinas y sus similares que se comercializan en la tienda escolar. De igual manera esta etapa comprendió el almacenamiento de las botellas compactadas, el arreglo de los espacios de jardinería para la ubicación de las botellas; actividades que involucraron a los padres de familia, la recolección y separación adecuada del material inorgánico para la posterior comercialización e intercambio de muebles con madera plástica en convenio con la empresa 'MADECOPLAST' del municipio de El Socorro y como etapa final se realizó la propuesta al consejo académico de incorporar a los planes de estudio el componente de investigación como eje transversal de los saberes de cada una de las áreas fundamentales.

### 9.11. Resultados

En los siguientes resultados se muestra la tabulación y análisis de las encuestas aplicadas a los estudiantes y padres de familia. Asimismo, se muestran las evidencias de los planes de acción planeados en el desarrollo del proyecto, para de esta manera cerrar con la propuesta y aceptación de incorporar a los planes de estudio la investigación como eje transversal.

La siguiente gráfica estadística muestra los resultados consolidados de la tabulación de la encuesta aplicada a estudiantes y padres de familia.



**Figura 3** Consolidado de encuesta aplicadas a estudiantes y padres de familia sobre los Saberes de los residuos sólidos

**Fuente:** Autores

La (Figura 3) muestra la tabulación promedio del cruce de información de la encuesta aplicada a 29 estudiantes y a 10 padres de familia pertenecientes a los grados de octavo y noveno; estas preguntas fueron agrupadas en tres criterios denominados Saber, Hacer y el PRAE, en donde el tercer criterio del PRAE solo puntualizaba la opinión de los estudiantes. Con respecto a la identificación de los conocimientos que poseían los encuestados en torno los residuos sólidos y el medio ambiente, se encontró que el 60% de ellos tiene como concepciones erróneas sobre el conocimiento y lo que ello implica pero que tan solo un 35% las utiliza como acciones puntuales en el manejo de los residuos y la conservación del ambiente. Igualmente se reconoce que tan solo un 20% de los estudiantes sabe que es un PRAE.

Como un segundo momento se presentan las evidencias fotográficas que soportan los resultados del desarrollo del plan de trabajo:



**Figura 4** Compactación de botellas con empaques plásticos  
**Fuente:** Autores



**Figura 5** Compactación de botellas con empaques plásticos  
**Fuente:** Autores



**Figura 6** Revisión de pesaje y de volumen adecuado de las botellas compactadas  
**Fuente:** Autores



**Figura 7** Trabajo zona de embellecimiento  
**Fuente:** Autores



**Figura 8** Trabajo zona de embellecimiento  
Fuente: Autores



**Figura 9** Trabajo zona de embellecimiento  
Fuente: Autores



**Figura 10** Trabajo zona de embellecimiento  
**Fuente:** Autores



**Figura 11** Trabajo zona de embellecimiento  
**Fuente:** Autores



**Figura 12** Postura de bancos con maderas plásticas  
**Fuente:** Autores



**Figura 13** Postura de bancos con maderas plásticas  
**Fuente:** Autores



**Figura 14** Postura de bancos con maderas plásticas  
**Fuente:** Autores



**Figura 15** Apoyo de las botellas compactadas como sardineles de contención  
**Fuente:** Autores





**Figura 16** Apoyo de las botellas compactadas como sardineles de contención  
**Fuente:** Autores

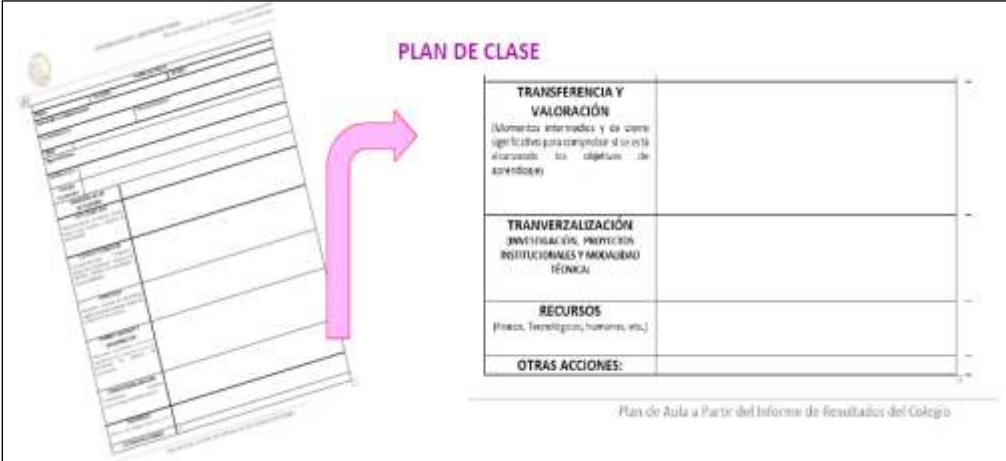
Como tercer momento se presentó al consejo académico la propuesta de adaptar los planes de estudio con el eje de investigación en coherencia con los contenidos de desempeño en cada una de las áreas del plan de estudio; propuesta que fue adoptada, quedando consolidada de la siguiente forma.

**Tabla 2** Plan de Asignatura

PLAN DE ASIGNATURA							
PERIODO	TEMAS/SUBTEMAS	INDICADOR DE DESEMPEÑO/DESEMPEÑOS	ACTIVIDADES PEDAGÓGICAS	TIEMPO (HORAS)	COMPETENCIAS BÁSICAS Y ESPECÍFICAS	COMPONENTES (DE LAS ÁREAS FUNDAMENTALES)	-HILO CONDUCTOR -RELACIÓN CON OTRAS ÁREAS -PROYECTOS TRANSVERSALES -INVESTIGACIÓN
1							
2							
3							
4							

**Fuente:** Autores

Tabla 3 Plan de Clases



PLAN DE CLASE	
<b>TRANSFERENCIA Y VALORACIÓN</b> (Alimentos enterados y de otros tipos listados para comprobar si se están alcanzando los objetivos de aprendizaje)	
<b>TRANVERZALIZACIÓN</b> (INSTITUCIONAL, TÉCNICA, INSTITUCIONALES Y AMBIENTAL TÉCNICA)	
<b>RECURSOS</b> (Materiales, Tecnológicos, humanos, etc.)	
<b>OTRAS ACCIONES:</b>	

Plan de Aula a Parte del Informe de Resultados del Colegio

Fuente: Autores

## 9.12. Conclusiones

- El trabajo investigativo produjo la minimización de un problema ambiental, respecto a una necesidad del contexto escolar, referente al manejo adecuado de las basuras y el reciclaje de botellas compactadas, en el que se logró el afianzamiento de los saberes de los estudiantes con el apoyo de los padres de familia y los docentes en torno a la mejora de las competencias ambientales en el cuidado y protección del mismo.
- La educación ambiental pudo direccionarse desde un proyecto que quedó consolidado e institucionalizado en el proyecto ambiental del colegio, en aras de contribuir periódicamente al embellecimiento de los espacios de las zonas verdes del colegio y como sardineles de contención de terrenos
- En la mejora de la calidad educativa institucional desde el enfoque académico fue importante incorporar a los planes de estudios el eje de investigación ya que ello contribuye a la formación integral de los estudiantes.

### 9.13. Referencias Bibliográficas

- Arandes, J., Bilbao, J. & López, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. Departamento de Ingeniería Química, Universidad del País Vasco. Revista Iberoamericana de Polímeros Volumen 5. Recuperado de: <http://files.juventudargentinasolidaria.webnode.com.ar/200000182a7dd5a8d64/RECICLADO%20DE%20RESIDUOS%20PL%3%81STICOSpdf.pdf>
- Boerschig, S., & De Young, R. (2010). Evaluation of selected recycling curricula: Educating the green citizen. *The Journal of Environmental Education*, 24(3), 17-22. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00958964.1993.9943498>
- Bustamante, N., Cruz, M. y Vergara, C. (2017). Proyectos ambientales escolares y la cultura ambiental en la comunidad estudiantil de las instituciones educativas de Sincelejo, Colombia. Recurado de: DOI: <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v9i1.411>
- Hernández, S. (2003). Metodología de la investigación. Capítulo: el proceso de Investigación y los enfoques cuantitativo y cualitativo: hacia un modelo integral México. México. Editorial McGraw Hill
- Hurtado, J. (2012). La representación social de reciclaje y cuidado del entorno, una propuesta de aula para la educación media (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Maestría en enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales Bogotá, Colombia), recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11258>
- León (2001). Medio ambiente y desarrollo sostenido. Universidad pontifica Comillas. España Editorial comillas. I.S.B.N 84-8468-0339-9. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=wbig4qCRQZAC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Le%C3%B3n+\(2001\)+Y+EL+AMBIENTE&ots=MSEXpAX4rL&sig=e5ztGyjs24CLMa2OeLI8rP87HEo&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Le%C3%B3n%20\(2001\)%20Y%20EL%20AMBIENTE&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=wbig4qCRQZAC&oi=fnd&pg=PA11&dq=Le%C3%B3n+(2001)+Y+EL+AMBIENTE&ots=MSEXpAX4rL&sig=e5ztGyjs24CLMa2OeLI8rP87HEo&redir_esc=y#v=onepage&q=Le%C3%B3n%20(2001)%20Y%20EL%20AMBIENTE&f=false)
- MEN (2006). Guía N° 21 Competencias Laborales. Recuperado de [https://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articulos-106706\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/articulos-106706_archivo_pdf.pdf)
- MEN, M. D. (1998). Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Ministerio de Educación Nacional. Recuperado de: [https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-89869.html?\\_noredirect=1](https://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-89869.html?_noredirect=1)

- Parra, H. (2013). Generando conciencia ambiental en niños y jóvenes de la institución educativa la fuente de Tocancipá para rescatar y preservar el ambiente que nos queda. Universidad Nacional. Bogotá. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20836/01186767.2013.pdf?sequence=1>
- Sánchez, G. (2010). Aplicación de un sistema de manejo de residuos sólidos, en la Institución educativa Jesús Alberto Miranda Calle con áreas técnicas [Tesis]. Universidad Nacional De San Martín- Tarapoto Facultad De Ecología Escuela Académica Profesional De Ingeniería Ambiental. Perú. Registro 06052410. Recuperado de: [http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/376/TECO\\_04.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/376/TECO_04.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Tilbury, D. (2001). Reconceptualizando la educación ambiental para un nuevo siglo, en: Tópicos en educación ambiental, n. °3. México: INE-SEMARNAT, pp. 65-73. Recuperado de: <http://www.anea.org.mx/wpcontent/uploads/2015/02/Paginas-65-73-n07.pd>

# Capítulo 10

## Percepciones hacia las relaciones Ciencia, tecnología y Sociedad (CTS) en docentes de básica secundaria

Sandra Liliana Cristancho Cruz<sup>1</sup>, Antonio Sierra Ferreira<sup>2</sup>

sandra.cristancho@unilibre.edu.co; tonosierra22@hotmail.com

Docente Investigador de Facultad Ciencias de la Educación, de Universidad Libre Seccional Socorro; Maestrando en atención a la diversidad y educación Inclusiva de Universidad de las Américas y el Caribe

### 10.1. Resumen

En los últimos años, la demanda de nuevos retos educativos para la enseñanza de la Ciencia en el siglo XXI recurre con insistencia a lemas como alfabetización científica y tecnológica, Ciencia para todos, comprensión pública de la Ciencia, cultura científica y tecnológica, educación CTS (Ciencia, tecnología y sociedad), etc., (Acevedo Díaz, Manassero Mas, & Vázquez Alonso, 2002). Desde este punto de vista se considera que la labor del docente en el aula de clases es fundamental en el enriquecimiento de estos lemas para la educación, pues de ello depende despertar el interés de estudiantes en todo este campo de la Ciencia,

Este capítulo, como producto de un proceso de investigación, realizado en el marco del proyecto Iberoamericano de educación de actitudes relacionadas con Ciencia, tecnología y sociedad (PIEARCTS); muestra una mirada frente a las actitudes de las relaciones CTS que presentan los profesores del área de Ciencias Naturales en ejercicio vinculados al sector público, a partir de la aplicación del cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS), estudio que se centra en una perspectiva educativa de los procesos de alfabetización Ciencia y Tecnología, la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (Nd CyT) y las relaciones entre la Ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS). Los resultados obtenidos, que se presentan a continuación son significativos en el desarrollo y búsqueda de mecanismos y estrategias que mitiguen los índices negativos de algunas frases, cuestiones y categorías en temas específicos donde se evidenciaron falencias de la población de estudio; frente a la población que presenta índices actitudinales positivos se podría seguir fortaleciendo el conocimiento y construir elementos que permitieran alcanzar un aprendizaje óptimo y valioso para la educación.

**PALABRAS CLAVES:** Alfabetización científica, Ciencia, profesores, tecnología, sociedad, relaciones, actitudes.

## 10.2. Introducción

“El dominio teórico y práctico de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación profesional implica ir más allá del dominio de los contenidos científicos o tecnológicos de la profesión que se consideran son los más importantes para compartir con los estudiantes, El profesor debe identificar los problemas de la formación profesional y ciudadana en el marco de la educación Científica y Tecnológica, diseñar las estrategias didácticas y generar los espacios que la favorezcan”, (Callejas & Vázquez Alonso, 2009) De lo anterior y con desfortuna se evidencia desde la praxis y el contexto en el que se desenvuelven la mayoría de educadores en Colombia; pues uno de los mayores referentes son las debilidades que presentan los jóvenes bachilleres frente al acercamiento a la Ciencia y la forma como ellos escogen en su último año de escolaridad una carrera profesional de acuerdo a sus necesidades e intereses. Evidencia que tiene consigo alarmados a todos los entes educativos, pues precisamente la falta de orientación de los profesores básicamente encargados de generar en los estudiantes inquietud, exploración e interés sobre estos temas no lo aplican ni lo reconocen desde el aula de clases,

“Durante los últimos años, científicos, educadores y organizaciones internacionales de educación en Ciencias convergen en el objetivo de que los estudiantes consigan desarrollar concepciones informadas y apropiadas sobre las relaciones mutuas entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), Ahora bien, la investigación ha mostrado y sigue mostrando, de forma consistente, que estudiantes y profesores no alcanzan una comprensión adecuada de las cuestiones que aborda la educación CTS en la enseñanza de la Ciencia en nuestro contexto; hecho que es, a la vez, un diagnóstico de la situación y un acicate para su mejora, Por ello, numerosos esfuerzos han sido y continúan siendo dirigidos para formar a los estudiantes y, especialmente, al profesorado de Ciencias en estos temas”, (Acevedo, Vázquez y Manassero, cit por Manassero Mas, Vázquez Alonso, & Acevedo Diaz, 2004) Desde el punto de vista que menciona el autor, se considera un reto generar con Ciencia para quienes se encuentran vinculados en este proceso de formación en las CTS, dado que es una labor muy dispendiosa orientar a profesores y generar en ellos estrategias y mecanismos de acercamiento para la formación en Ciencias, con el fin de que puedan aplicar sus conocimientos en el aula de clases.

### 10.2.1. Actitudes, Creencias y Opiniones

“El término actitud se emplea para referirse a las ideas sobre los temas CTS por considerarlo más válido teóricamente, y esta elección se justifica brevemente en este párrafo, A veces se tiene una visión muy reducida de la actitud, como una predisposición positiva o negativa limitada al aprendizaje (en tal caso sería más apropiado hablar de intereses por aprender), Sin embargo, el concepto de actitud es más amplio, pues se refiere a disposiciones psicológicas personales que implican la valoración, positiva o negativa, de un objeto a través de respuestas explícitas o implícitas, Su uso para referirse a las ideas sobre los temas CTS pueda parecer extraño por su novedad en el área y, por ello, quizá requiere una justificación, Habitualmente, la literatura especializada utiliza vocablos como actitudes, creencias, opiniones,

concepciones, e incluso conocimientos, para referirse a ideas fuera del cuerpo estricto de conocimientos de la Ciencia (p.e., las relaciones CTS), tal vez por transposición de la terminología desarrollada en la ingente investigación sobre concepciones alternativas, No obstante, puesto que se trata de constructos de naturaleza diferente, existen razones de peso para preferir el término actitud en vez de los anteriores,” ( Manassero Mas, Vázquez Alonso, & Acevedo Diaz, 2004), De allí parte que el conocimiento que se tiene sobre las actitudes hacen referencia a las distintas posiciones sobre los temas y contenidos propios de la naturaleza de la Ciencia, El concepto de actitud es muy amplio que implican la valoración, positiva o negativa, de un objeto a través de respuestas explícitas o implícitas, “Es la valoración afectiva de un objeto, que contiene a su vez elementos cognitivos y de conducta y por ello se acerca más a los temas CTS que son complejos y están cargados de valores,” (Manassero, Vázquez, & Acevedo, 2004), Por ello se considera que generar expectativa a los profesores frente a estos temas requiere de un conocimiento muy amplio y la realización de estrategias que permitan tener un acercamiento, pues de ello dependerá el interés que se logre despertar en los estudiantes a través del trabajo en el aula de clases.

### 10.2.2. Alfabetización Científica

“Científicos, educadores y organizaciones internacionales de educación en Ciencias coinciden en señalar como indicador esencial de la alfabetización en Ciencia y tecnología que todos los estudiantes desarrollen concepciones informadas y apropiadas sobre la naturaleza de la Ciencia y tecnología, Estas concepciones incluyen la epistemología de Ciencia y tecnología y las relaciones entre la Ciencia, la tecnología y la sociedad, que lo entronca con la orientación denominada Ciencia, tecnología y sociedad (CTS), En definitiva, la naturaleza de la Ciencia y tecnología comprende las diversas y complejas relaciones entre la Ciencia, la tecnología y la sociedad que han dado lugar al progreso en el conocimiento científico y en la creación de ambientes artificiales más confortables (sanidad, transportes, comunicaciones, educación, etc.), y también perjudiciales en algunos casos (armamentos, contaminación, pesticidas, etc.), a la vez característicos y condicionantes de las formas de vida y cultura desarrolladas en las sociedades modernas actuales”, ( Bennáasar Roig, Vázquez Alonso, Manassero Mas, & García-Carmona, 2010)

“PIEARCTS es un estudio de investigación cooperativa internacional en la que participan diversos grupos de investigación pertenecientes a distintos países, instituciones y regiones de lenguas ibéricas (español y portugués), Su finalidad es evaluar las creencias y actitudes de estudiantes y profesores sobre las cuestiones de naturaleza de la Ciencia y tecnología. Este diagnóstico pretende ser útil articular propuestas de mejora de la educación científica sobre estas cuestiones, es decir, mejorar lo que aprende los estudiantes y lo que enseñan los profesores en el aula, en las distintas etapas educativas, tanto desde la perspectiva de la planificación, el diseño y la innovación del currículo, como desde la perspectiva de la formación del profesorado”, (Vázquez & Acevedo, 2006),

La metodología del proyecto de basa fundamentalmente en el uso extensivo (con muestras grandes de estudiantes y profesores) del cuestionario de opiniones sobre la Ciencia, la tecnología y la sociedad (COCTS), acreditado como uno de los mejores instrumentos de papel y lápiz para evaluar las concepciones y aptitudes sobre la naturaleza de la Ciencia y tecnología,

“Esta metodología se basa en la estructuración de los cuestionarios, así como en el desarrollo y puesta a punto de un sistema métrico de índices actitudinales invariante y sencillo expresados en el intervalo de media  $[-1, .1]$ , que permite la comparación de medidas y la aplicación de estadística inferencial, la métrica se apoya en un proceso previo de escalamiento de las cuestiones por jueces expertos,” (Vázquez & Acevedo, 2006),

El proyecto PIEARCTS presenta como objetivo generar conciencia en la comunidad educativa acerca de la importancia de que la educación científica y tecnológica promueva la enseñanza y el aprendizaje de las cuestiones CTS, y logre que se comprenda cómo funciona la Ciencia y la tecnología y el mundo actual y cuál es la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico, (Vázquez & Acevedo, 2006).

Una de las finalidades del proyecto es generar formación investigativa en las instituciones participantes de los diferentes países y estimular nuevas investigaciones, publicaciones, líneas de investigación, redes y tesis de maestría y doctorales. Es en este marco, que se realizan varios trabajos de grado de la Maestría en Educación de la UPTC, en la línea de Investigación e innovación en educación ambiental y en didáctica de las Ciencias de la naturaleza, uno de los cuales se presenta en este capítulo.

No obstante, el diagnóstico de las creencias y actitudes de los profesores de educación básica secundaria y media que orientan la formación de futuros estudiantes inclinados al conocimiento de Ciencias en los temas CTS, se considera un problema relevante para esta investigación y un indicador de la alfabetización en C y T, Por ello, uno de los objetivos trazados para esta investigación es identificar las actitudes hacia las relaciones CTS de docentes de Ciencias Naturales y Educación Ambiental de las instituciones de la ciudad de Tunja, el cual se articula con uno de los objetivos del proyecto PIEARCTS, que además de realizar este diagnóstico con profesores y estudiantes de diferentes países e instituciones, indagó sobre los intereses particulares a los que responden muchas de las decisiones sobre C y T, el desarrollo de opiniones y valores propios, la preparación para la acción y la toma de decisiones en el contexto en el que se desenvuelven las personas (Hodson, 1994)

Aunque inicialmente la mayoría de las investigaciones didácticas dirigidas a explorar las actitudes y creencias CTS se ocuparon del alumnado, a partir de la última década la atención se ha dirigido con mayor énfasis también hacia el profesorado (Lederman 1992), porque, en general, es obvio que éste no puede enseñar lo que se desconoce y, en particular, por la hipotética influencia que pudieran tener sus creencias y actitudes CTS en la enseñanza que practican y, por tanto, también en sus alumnos. En efecto, como han mostrado algunas de las primeras investigaciones, la eficacia de la puesta en práctica de los programas CTS depende mucho del profesorado, lo que ha tenido como consecuencia directa el interés por conocer sus actitudes y creencias CTS, puesto que si la enseñanza se contempla como un acto consciente y con una



finalidad planificada, el profesorado tendría que tener un buen conocimiento de lo que pretende transmitir a sus alumnos, ( Lederman, 1992, cit por Acevedo Díaz, VázquezAlonso, Acevedo Romero, & Manassero Mas, 2002)

De allí parte que en este estudio se identifican los puntos fuertes y débiles, así como las necesidades de formación en CyT, las cuales se deducen de los resultados obtenidos, y en consecuencia, se plantean las posibles estrategias necesarias para mejorar la situación de la educación en relación con las CTS,

“La enseñanza de las Ciencias debe aportar en forma decidida a la apropiación crítica del conocimiento científico, a la generación de condiciones y mecanismos que promuevan la formación de nuevas actitudes hacia la Ciencia y hacia el conocimiento científico, Unido a la importancia del aprendizaje de las Ciencias, destacamos que su comprensión no es intuitiva, es más, muchos de los hallazgos de la Ciencia son contrarios, o simplemente diferentes, de la comprensión que tenemos de ellos. Se requiere, entonces, ofrecer los escenarios adecuados y pertinentes para que los profesores de Ciencias y sus estudiantes comprendan el funcionamiento de la Ciencia (Tamayo, 2005)” Desde este punto de vista se hace necesario conocer en los profesores las actitudes frente a esta temática que le permitirá establecer estrategias pedagógicas que conlleven a reconocer y aceptar la importancia de enseñar Ciencias en el entorno en el que se desenvuelve.

### 10.3. Metodología

El Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) de Manassero, Vázquez y Acevedo (2001, 2003), empleado en el proyecto PIEARCTS es utilizado en esta investigación en sus dos formas F1 y F2 con una selección de 15 cuestiones para cada una,

Las investigaciones realizadas con el COCTS (Manassero et al, 2001; Vázquez y Manassero, 1999; Bennássar et al, 2010) han permitido desarrollar y aplicar una nueva metodología de respuesta múltiple, que supera las dificultades metodológicas que genera el diagnóstico de las actitudes sobre los temas CTS, aporta una evaluación válida y fiable y una fundamentación cuantitativa para resultados cualitativos y permite contrastes estadísticos de hipótesis, El escalamiento de las frases de las cuestiones del COCTS se plantea en tres categorías (Adecuada, Plausible e Ingenua) por un panel de jueces expertos, se considera que el nuevo modelo de respuesta múltiple es más válido y eficaz para responder al COCTS, basado en el escalamiento de frases y una métrica que produce un conjunto de índices actitudinales normalizados e invariantes, (Vázquez et al, 2010)

#### 10.3.1. Muestra

La población de este estudio está conformada por treinta y cinco (35) Docentes del Área de Ciencias Naturales y educación Ambiental (Profesores de básica secundaria y media del municipio de Tunja), En el estudio se tuvo en cuentas las variables (Género y Grado de formación), para lo cual se presentan resumidas en las siguientes tablas:

POBLACIÓN	INSTITUCIONES EDUCATIVAS		TOTAL
	SECTOR		
COCTS	PUBLICO	PRIVADO	
FORMA 1	28	7	35
FORMA 2	28	7	35

*Tabla 1 Características de la muestra para sector educativo de desempeño*

*Fuente: Autor*

POBLACIÓN	GENERO		TOTAL
	1	2	
COCTS	HOMBRE	MUJER	
FORMA 1	17	18	35
FORMA 2	17	18	35

*Tabla 2 Características de la muestra para GÉNERO*

*Fuente: Autor*

El grupo de estudio está equilibrado en una de las variables básicas para la investigación, según el proyecto PIEARCTS:

- El género (aplicada al mismo número de hombres y de mujeres)
- El nivel (Aplicada al mismo número de población de estudio).

### 10.3.2. Instrumento

Partiendo de una taxonomía de actitudes relacionadas con la CyT, Vázquez y Manassero, (1995) han adaptado al contexto cultural iberoamericano dos instrumentos empíricamente desarrollados, el banco Views on Science, Technology and Society - VOSTS (Aikenhead, Fleming y Ryan, 1989) que se ha usado con estudiantes universitarios y profesores y el cuestionario Teacher's Belief about Science - Technology- Society (TBA-STS), (Rubba y Harkness, 1993) para profesores y siguiendo pautas similares, construyeron el Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad -COCTS- cuyo desarrollo para lograr un instrumento fiable y valido ha sido una línea de investigación y progreso en la última década (Manassero y Vázquez, 1998; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001; Vázquez, Manassero y Acevedo, 2006, Bennássar et al, 2010), Este instrumento consta de 100 cuestiones y permite a las personas encuestadas expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas CTS organizados en Temas y Subtemas sobre la naturaleza de la Ciencia y la tecnología. Para la aplicación del COCTS en el proyecto PIEARCTS se realiza una selección de 30 cuestiones que se articulan en dos cuestionarios, el cuestionario F1 y el cuestionario F2, que los participantes responden de manera anónima, (Bennássar et al, 2010),

DIMENSIONES	F1 - 15 CUESTIONES	F2 - 15 CUESTIONES
<b>Definición de la CyT</b>	F1_10111 Ciencia	F2_10211 Tecnología
	F1_10411 Interdependencia	F2_10421 Interdependencia / calidad de vida
<b>Interacciones Ciencia-tecnología-sociedad</b>	F1_30111 Interacción CTS	
<b>Influencia de la sociedad en la CyT</b>	F1_20141 Política de Gobierno del país	F2_20211 Industria
	F1_20411 Ética	F2_20511 Instituciones educativas
<b>Influencia de la CyT en la sociedad</b>	F1_40161 Responsabilidad social / contaminación	F2_40131 Responsabilidad social / Información
	F1_40221 Decisiones morales	F2_40211 Decisiones sociales
	F1_40531 Bienestar social	F2_40421 Aplicación a la vida diaria
		F2_50111 Unión de dos culturas
<b>Sociología interna de la CyT</b>	F1_60111 Motivaciones	F2_60521 Equidad de género
	F1_60611 Infra-representación de mujeres	F2_70211 Decisiones científicas
	F1_70231 Decisiones por consenso	F2_70711 Influencias nacionales
	F1_80131 Ventajas para la sociedad	
<b>Epistemología</b>	F1_90211 Modelos científicos	F2_90111 Observaciones
	F1_90411 Provisionalidad	F2_90311 Esquemas de clasificación
	F1_90621 Método científico	F2_90521 Papel de los supuestos
		F2_91011 Estatus Epistemológico

La (Tabla 3) muestra el consenso entre los investigadores del PIEARCTS para conformar las dos formas aplicadas.

DIMENSIONES	F1 - 15 CUESTIONES	F2 - 15 CUESTIONES
<b>Definición de la CyT</b>	F1_10111 Ciencia	F2_10211 Tecnología
	F1_10411 Interdependencia	F2_10421 Interdependencia / calidad de vida
<b>Interacciones Ciencia-tecnología-sociedad</b>	F1_30111 Interacción CTS	
<b>Influencia de la sociedad en la CyT</b>	F1_20141 Política de Gobierno del país	F2_20211 Industria
	F1_20411 Ética	F2_20511 Instituciones educativas
<b>Influencia de la CyT en la sociedad</b>	F1_40161 Responsabilidad social / contaminación	F2_40131 Responsabilidad social / Información
	F1_40221 Decisiones morales	F2_40211 Decisiones sociales
	F1_40531 Bienestar social	F2_40421 Aplicación a la vida diaria
		F2_50111 Unión de dos culturas
<b>Sociología interna de la CyT</b>	F1_60111 Motivaciones	F2_60521 Equidad de género
	F1_60611 Infra-representación de mujeres	F2_70211 Decisiones científicas
	F1_70231 Decisiones por consenso	F2_70711 Influencias nacionales
	F1_80131 Ventajas para la sociedad	
<b>Epistemología</b>	F1_90211 Modelos científicos	F2_90111 Observaciones
	F1_90411 Provisionalidad	F2_90311 Esquemas de clasificación
	F1_90621 Método científico	F2_90521 Papel de los supuestos
		F2_91011 Estatus Epistemológico

**Tabla 3** Selección consensuada de cuestiones del COCTS que conforman los cuestionarios F1 y F2.

**Fuente:** Tomado de documento de Vázquez, Á, Manisero, M, Acevedo-Díaz, A., Acevedo-Romero, P., (2006), *El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS)*, México.

Siguiendo esta orientación del proyecto PIEARCTS, para obtener la información se utilizan los dos cuestionarios F1 y F2 con las 30 cuestiones seleccionadas del COCTS, los cuales son respondidos por los 35 que forman parte de la población en este estudio.

El COCTS adopta un modelo de respuesta múltiple (MRM) que permite la valoración de todas las alternativas propuestas para una cuestión, las cuales fueron construidas empíricamente a partir de entrevistas y preguntas abiertas, (Vázquez et al; 2006), Todas las cuestiones constan de un enunciado de pocas líneas donde se plantea un problema de un tema CTS respecto al cual se desea conocer la actitud de la persona encuestada, seguido de una lista de frases que ofrece un abanico de diferentes justificaciones sobre el tema (Ejemplo Tabla 4)

<b>40221 La Ciencia y la tecnología pueden ayudar a la gente a tomar algunas decisiones morales (esto es, decidir cómo debe actuar una persona o un grupo respecto a otras personas),.</b>										
A. La Ciencia y la tecnología pueden ayudar a tomar algunas decisiones morales.	Para cada una de las frases siguientes, marca el número de la escala que represente mejor el grado de acuerdo entre tu propia opinión y la posición expuesta en la frase.									
	DESACUERDO	Indeciso	ACUERDO	CAT						
	BAJO	MEDIO	ALTO							
B. Haciendo que nuestra información sobre las personas y el mundo que nos rodea sea mejor, Esta información básica puede ayudar a enfrentarse con los aspectos morales en la vida.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I
C. Dando información básica; pero las decisiones morales deben ser tomadas por las personas,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P
D. Porque la Ciencia incluye áreas como la psicología, que estudia la mente y los sentimientos humanos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
<b>La Ciencia y la tecnología NO pueden ayudar a tomar decisiones morales:</b>										
E. Porque Ciencia y tecnología no tienen nada que ver con decisiones morales; sólo descubren, explican e inventan cosas, Lo que las personas hacen con sus resultados no es asunto de los científicos,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
F. Porque las decisiones morales se toman solamente en base a los valores y creencias de cada persona,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P
G. Porque si las decisiones morales se basaran en información científica, a menudo las decisiones conducirían al racismo, suponiendo que un grupo de gente es mejor que otro grupo,	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A
En caso que no pueda manifestar su opinión en alguna frase escriba la razón:										
E, No la entiendo,										
S, No sé lo suficiente para valorarla										

Tabla 4 Ejemplo de cuestión del COCTS junto con la categoría (adecuada, plausible e ingenua) asignada a cada opción por los jueces.

Fuente: Tomado de documento de Vázquez, Á, Manisero, M, Acevedo-Díaz, A., Acevedo-Romero, P., (2006), El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), México.

Con el Modelo de Respuesta Múltiple (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2004) (Vázquez et al, 2006) las personas que responden valoran todas las frases de cada ítem en una escala de 1 a 9 para expresar su grado de acuerdo o desacuerdo. Luego, las valoraciones de las frases se transforman en un índice actitudinal global (rango: -1, +1) mediante un método interpretativo que requiere una clasificación previa de cada frase (Tabla 5) en un escalamiento de tres categorías (Vázquez y Manassero, 1999).

- Adecuada (A): La frase expresa un punto de vista apropiado,
- Plausible (P): Aunque no es totalmente adecuada, la frase expresa algunos aspectos aceptables,
- Ingenua (I): La frase expresa un punto de vista que no es ni adecuado ni plausible.

Categorías	Número de Posiciones	Escala de Valoración: Transformación de las puntuaciones directas,									Puntuaciones actitudinales directas			Índices de actitud de categoría			
		Escala directa		9	8	7	6	5	4	3	2	1	Max,	Fórmula	Min,	Max,	Fórmula
Grado de Acuerdo		Total	Casi Total	Alto	Parcial Alto	Parcial	Parcial bajo	Bajo	Casi nulo	Nulo							
Adecuadas	Na	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	+4Na	$\sum a_j$	-	+1	$la = \sum a_j / 4Na$	-1	
Plausibles	Np	-2	-1	0	1	2	1	0	-1	-2	+2Np	$\sum p_j$	-	+1	$lp = \sum p_j / 2Np$	-1	
Ingenuas	Nn	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	+4Nn	$\sum n_j$	-	+1	$ln = \sum n_j / 4Nn$	-1	
Total	N																
											Índice Actitudinal Global ponderado		1	$I = (la + lp + ln) / 3$	-1		

**Tabla 5 Métrica de medida del Modelo de Respuesta Múltiple (MRM): transformación de las puntuaciones directas de una frase en puntuaciones actitudinales, según la categoría (adecuada, plausible o ingenua) de la frase, Normalización de las puntuaciones actitudinales y cálculo de los Índices Actitudinales medios para categorías y por cuestión.**

**Fuente:** Tomado de documento de Vázquez, Á, Manisero, M, Acevedo-Díaz, A., Acevedo-Romero, P., (2006), *El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS)*, México.

Na, Np, Nn: Número de frases pertenecientes a cada una de las categorías “adecuadas”, “plausibles” o “ingenuas”,

aj: Puntuación de valoración directa para la frase adecuada j,

pj: Puntuación de valoración directa para la frase plausibles j,

nj: Puntuación de valoración directa para la frase ingenua j,

$\Sigma$ : Suma las puntuaciones directas desde  $j=1$  a  $j= Na$  ( $j = Np$  o  $j = Nn$ ) para el conjunto de las frases pertenecientes a cada una de las categorías “adecuadas”, “plausibles” o “ingenuas”.

“Para evitar sesgos inducidos por una posible diferencia en la comprensión y análisis de los datos estadísticos arrojados, los jueces valoraron la adecuación de cada una de las frases del COCTS, en el contexto de cada cuestión y desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la Ciencia, utilizando para ello una escala de nueve puntos (1-9), cuyas puntuaciones tienen el significado que se indica en la (Tabla 6), La asignación de un valor alto a una frase por un juez significa que está más de acuerdo en que ésta refleja una actitud adecuada, mientras que los valores más bajos significan que representa una actitud ingenua o inadecuada respecto a la cuestión planteada”, Los nueve valores de la escala se dividieron en tres intervalos cuyos significados, por la definición explícita de la escala, se corresponden con las tres categorías siguientes:

- Puntuaciones 1 a 3: categoría de frases ingenuas o inadecuadas (I).
- Puntuaciones 4 a 6: categoría de frases plausibles o parcialmente aceptables (P).
- Puntuaciones 7 a 9: categoría de frases adecuadas o apropiadas (A).

MENOS ADECUADAS			MAS ADECUADAS					
Ingenuas, Inadecuadas			Plausibles, parcialmente aceptables			Adecuadas, Apropriadas		
Totalmente ingenuas	Bastante ingenuas	Ingenuas	Poco plausible	Plausibles	Bastante plausible	Adecuadas	Bastante adecuadas	Totalmente adecuadas
1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Tabla 6** Escala de valoración de cada frase del COCTS por los jueces con la interpretación de su significado.

**Fuente:** Tomado de documento de Vázquez, Á, Manisero, M, Acevedo-Díaz, A., Acevedo-Romero, P., (2006), *El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), México.*

**Adecuada:** La frase expresa una creencia apropiada desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la Ciencia.

**Plausible:** Aunque no es completamente adecuada, la frase expresa algunos aspectos apropiados desde la perspectiva de los conocimientos de historia, filosofía y sociología de la Ciencia.

**Ingenua:** La frase expresa una creencia que no es ni apropiada ni plausible.

“Estas asignaciones definen intervalos naturales de puntuaciones sobre la escala con un significado fijo, Los intervalos para las puntuaciones en el rango 1 a 3 corresponden a distinto grado de acuerdo para las frases ingenuas, del mismo modo que las puntuaciones entre 4 y 6 lo indican para las frases plausibles y las puntuaciones entre 7 y 9 lo hacen para las frases adecuadas”, (Vázquez Alonso, Acevedo Díaz, & Manassero Mas, 2001)

Las puntuaciones directas dadas por cada juez a cada frase se corresponden biunívocamente con su carácter ingenuo (1, 2, 3), plausible (4, 5, 6) o adecuado (7, 8, 9), de modo que se pueden considerar como si fueran los votos a favor de la categoría a la que corresponde la puntuación emitida, Se considera que hay consenso en una frase cuando una mayoría cualificada de dos tercios de los jueces (11 sobre 16) coinciden en asignar una puntuación adecuada (7, 8 ó 9) a una frase, En estas condiciones se estima que hay acuerdo en que ésta representa una actitud adecuada y, por tanto, que su contenido podría y debería enseñarse en el currículo de Ciencia, (Vázquez Alfonso, Acevedo, & Manassero, 1996), En esta escala de valoración, las frases adecuadas se valoran tanto más alto cuanto la puntuación dada por una persona se aproxime más al 9, las ingenuas cuanto más cercana esté al 1 y las plausibles (que incluyen aspectos parcialmente adecuados) cuanto más cercana esté al 5 (valor central de la escala), Teniendo en cuenta que para su análisis fue necesario tener en cuenta la siguiente tabla. El tratamiento estadístico se realiza con el programa SPSS.

## 10.4. Resultados

Como referencia general de la muestra de profesores de Ciencias de básica secundaria y media, se ofrecen las grandes medias globales de los promedios de los índices de las frases, categorías y cuestiones para las dos formas (1 y 2) del COCTS, Así mismo los parámetros empleados para la realización de la descripción estadística como el índice actitudinal mínimo y máximo, la media y la desviación típica de cada frase, cada categoría y cada cuestión.

El análisis de las medias de cada una de las frases para la muestra (no publicada aquí por su gran extensión) muestra una distribución hacia valores actitudinales positivos, los límites inferiores de las cuestiones no alcanzan el valor mínimo (-1), mientras que algunas frases se acercan más al valor superior o máximo (+1), A continuación en la (), se observa la muestra de la estadística descriptiva en toda la población de estudio, de los índices de cada frase para género de la Forma 1, (F1\_10111).

Estadística descriptiva para frases de F1-10111 según sexo							
FRASES	Sexo	N	Mean	Std, Deviation	Sig,	min	max
F1__10111A_P_ Ciencia	Hombre1	17	0,4412	0,4287	0,1834	-0,5	1
	Mujer2	18	0,1944	0,6216		-1	1
	Total	35	0,3143	0,5435			
F1__10111B_A_ Ciencia	Hombre1	17	0,2206	0,7282	0,1897	-1	1
	Mujer2	18	-0,0972	0,6759		-1	1
	Total	35	0,0571	0,7099			
F1__10111C_P_ Ciencia	Hombre1	17	0,2941	0,5878	0,7105	-1	1
	Mujer2	18	0,2200	0,5483		-1	1
	Total	35	0,2571	0,5606			
F1__10111D_P_ Ciencia	Hombre1	17	0,3823	0,5457	0,0105*	-1	1
	Mujer2	18	-0,1111	0,5301		-1	0,5
	Total	35	0,1285	0,5859			
F1__10111E_I_ Ciencia	Hombre1	17	0,2647	0,4282	0,0811	-0,25	1
	Mujer2	18	0,5000	0,3430		-0,25	1
	Total	35	0,3857	0,3992			
F1__10111F_P_ Ciencia	Hombre1	17	0,3529	0,5799	0,4761	-1	1
	Mujer2	18	0,1944	0,7099		-1	1
	Total	35	0,2714	0,6456			
F1__10111G_P_ Ciencia	Hombre1	17	-0,0294	0,6724	0,4650	-1	1
	Mujer2	16	-0,4688	0,5313		-1	0,5
	Total	33	-0,2424	0,6389			
F1__10111H_A_ Ciencia	Hombre1	17	0,2500	0,6731	0,0768	-1	1
	Mujer2	16	-0,2031	0,7484		-1	1
	Total	33	0,0303	0,7362			
F1__10111I_I_ Ciencia	Hombre1	17	0,4706	0,6243	0,3649	-1	1
	Mujer2	18	0,2361	0,8595		-1	1
	Total	35	0,35	0,7529			
<b>* indica diferencia significativa entre los promedios de hombres y mujeres</b>							
promedio P	0,1458						
promedio A	0,0437						
promedio I	0,3679						
p, ponderado	0,1858						

**Tabla 7** Muestra de la estadística descriptiva aplicada a las Frases de la cuestión F1\_10111 y F2\_10211 para Género.

**Fuente:** Autor



Los parámetros descriptivos de los índices medios de cada uno de los grupos de frases adecuadas, plausibles e ingenuas se observan en la tabla 8, Respecto a los resultados obtenidos durante el estudio, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre el grupo de población en estudio, que para este caso fue profesores y profesoras.

COCTS	GENERO Forma 1 y 2					
	HOMBRES		MUJERES		TOTAL	
	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica	Media	Desviación Típica
Frases F1	-0,03	0,51	-0,01	0,51	0,174	0,3199
Categoría F1	-0,03	0,199	-0,03	0,272	0,0245	0,1644
Cuestión F1	-0,08	0,270	-0,07	0,235	0,0027	0,1782
Frases F2	-0,06	0,31	-0,04	0,26	-0,05	0,28
Categoría F2	-0,03	0,19	-0,02	0,15	0,01	0,21
Cuestión F2	-0,06	0,10	-0,04	0,08	-0,04	0,11

**Tabla 8** Muestra de datos actitudinales estadísticos de la distribución de la media de los índices actitudinales estandarizados de cada profesor (-1, +1) correspondientes a las respuestas al conjunto de cuestiones del COCTS F1 y F2; con respecto al género.  
**Fuente:** Autor

La muestra de datos descriptivos estadístico de los índices medios de cada uno de los grupos de frases adecuadas, plausibles e ingenuas muestran notables diferencias, muy similares a otros estudios (Manassero Mas, Vázquez Alonso, & Acevedo Díaz, 2004), los índices de actitud son más altos y positivos en las frases adecuadas (F1 y F2), e ingenuas (F1 y F2) y en caso de las plausibles (F1) el valor es positivo pero está alejado del índice máximo (+1), de igual manera, se observa la presencia de índices negativos en las frases plausibles (F2). Esto indica que la contribución de las tres categorías al índice actitudinal global es diferente. Los profesores encuestados tienen más facilidad para identificar frases adecuadas, un poco menos para las ingenuas y todavía menos para las plausibles (parcialmente adecuadas).

Los promedios y desviaciones de los índices de las frases, categorías y cuestiones de la Forma 1 muestran valores positivos muy cercanos ( $m = 0,174$ ;  $0,024$ ;  $0,003$ ;  $DE = 0,319$ ;  $0,164$ ;  $0,178$ ). Se analizan como representativos de una actitud global moderadamente informada, lo que indica que la variabilidad de las puntuaciones se reduce desde las frases a las cuestiones.

Los promedios y desviaciones de los índices de las frases, categorías y cuestiones de la Forma 2 muestran valores muy cercanos a cero y similares entre sí y menos positivos que los anteriores, ( $m = -0,05$ ;  $0,01$ ;  $-0,04$ ;  $DE = 0,28$ ;  $0,21$ ;  $0,11$ ). Se interpretan como representativos para los valores positivos de una actitud global moderadamente informada y para los valores negativos de una actitud poco informada. Cabe señalar que los resultados de la media en cuanto a frases presentan un menor valor respecto a categorías y cuestiones; comparado con los resultados de la Forma 1 muestran unos resultados menos positivos.

El promedio y desviación globales de los índices de las frases singulares de los cuestionarios expresan las creencias directas de los docentes sobre la afirmación específica desarrollada en cada una. La especificidad del contenido de cada frase hace que estos índices exhiban mayores variaciones en sus puntuaciones que las categorías y las cuestiones. El gran número de frases analizadas (200) también contribuye a que haya mayor número de frases con índices que superan un valor umbral de corte (media Std. Deviation), a continuación, se presentan separadamente las frases con puntuaciones máximas (positivas) y mínimas (negativas).

Los índices actitudinales de las frases singulares que tienen las puntuaciones más altas positivas por encima del punto de corte, corresponden al 32 % del total del cuestionario, sin embargo, las frases singulares con índices positivos de los dos cuestionarios alcanzan el 54% lo cual indica que las negativas presentan un porcentaje mucho menor (26%). La mayoría de las frases con índices positivos pertenecen a la categoría de frases adecuadas (20) como se observa en la Tabla 9, aunque también se observan frases ingenuas (4) y plausibles (5).

FRASES	m Total
2F1_10411_B_A__Interdepen	,7500
1F1_40161_C_A__Responsabi	,7353
1F1_10411_B_A__Interdepen	,6912
2F1_40161_C_A__Responsabi	,6806
2F1_40161_A_I__Responsabi	,6389
2F2_40131_C_A__Responsabi	,6111
1F1_10411_C_A__Interdepen	,6029
2F1_40161_E_A__Responsabi	,5625
2F1_60611_A_I__Infra-repr	,5417
2F1_60611_F_A__Infra-repr	,5417
1F1_40161_A_I__Responsabi	,5294
1F1_40531_D_A__Bienestar	,5294
2F1_10111_E_P__Ciencia	,5000
2F1_40161_G_A__Responsabi	,5000
1F2_10421_D_A__Interdepen	,5000
2F2_10211_E_P__Tecnología	,5000
2F1_90211_F_A__Modelos Ci	,4861
1F1_20141_B_A__Politica d	,4706
1F1_60611_F_A__Infra-repr	,4706
1F2_91011_E_A__Estatus E	,4706
1F2_20211_D_A__Industria	,4706
1F1_10111_I_I__Ciencia	,4706
1F1_30111_F_A__Interacción	,4706
1F2_10211_E_P__Tecnología	,4706
1F2_70211_F_P__Desiciones	,4706
1F1_40161_E_A__Responsabi	,4531
1F1_90211_F_A__Modelos Ci	,4500
1F1_80131_B_A__Ventajas p	,4412
1F1_10111_A_P__Ciencia	,4412

**Tabla 9** Temas de las frases con índices medios muy positivos F1 y F2, (La letra entre guiones indica el carácter adecuado \_A\_, plausible \_P\_ o ingenuo \_I\_ de cada frase; las frases que contienen una \_C\_ denotan creencias consensuadas por los expertos).

**Fuente:** Autor

Dentro de las frases plausibles, es necesario destacar que la mayoría corresponden a la Forma 2, mostrando que los docentes expresan acuerdo en términos medios (ni muy de acuerdo ni muy en desacuerdo) coincidiendo con la valoración de jueces expertos sobre el carácter ambivalente de este tipo de frases sobre la naturaleza de la Ciencia y la Tecnología.

Las frases con índices muy positivos exhiben diversos rasgos colectivos, en primer lugar, se observa que algunas frases con índices muy positivos pertenecen a unas cuestiones repetidas. La primera cuestión (40161) tiene siete frases con los índices más positivos, se refiere a la Responsabilidad social / contaminación en el tema de las características de los científicos, perteneciente a la dimensión sobre Influencia de la C y T en la Sociedad; la segunda 60611 (3 frases) comprende el tema de Infra-representación de mujeres y tecnología, la tercera, 10411 hace referencia a la Interdependencia (3 frases), perteneciente a la dimensión Definición de la C y T.

En cuanto a la Forma 2 dentro de las puntuaciones con índices más altos se encuentra la 40131, relacionada con la dimensión de la Influencia de la C y T en la sociedad, específicamente con la responsabilidad social / información, en donde los docentes aciertan con la respuesta adecuada en relación con la misma creencia de los jueces que realizaron la categorización del instrumento.

Otras cuestiones que sobresalen por tener 2 o 3 frases dentro de los índices positivos más altos se encuentran 10421 (Interdependencia - calidad de vida), 10211 (Tecnología - Definición de la CyT) y 91011 (Estatus epistemológico - dimensión Epistemológica).

Todas las cuestiones aplicadas en el cuestionario completo presentan alguna de sus frases situadas entre el grupo de frases positivas, en especial la cuestión 10411 sobre la definición de CyT de la Forma 1, obtuvo todas sus frases con índices positivos, lo cual es muy valioso para los resultados de los encuestados, todas estas respuestas puede ser usadas didácticamente como un elemento de reconstrucción de las creencias y actitudes negativas a través de la enseñanza y el aprendizaje (Vázquez Alonso, Manassero Mas, & Talavera, 2010 p. 340).

Una tercera parte de las frases con Índices positivos (41) corresponden a frases que tienen el consenso de los jueces (estas frases se identifican por la inclusión de la inscripción *\_C\_* en su etiqueta de las tablas). Esto quiere decir según Vázquez (2010) que los profesores también pueden identificarse con creencias adecuadas que corresponden con ideas acerca de la NdCyT consensuadas en la comunidad científica.

Las dos puntuaciones más positivas corresponden a los temas incluidos dentro de las relaciones CTS, en primer lugar, los docentes afirman un grado de acuerdo con la opinión de los expertos, al afirmar que los grupos poderosos que representan algunas creencias religiosas, políticas o culturales apoyarían determinados proyectos de investigación, o darían dinero para que no se hagan ciertas investigaciones. En segundo lugar, los profesores encuestados, están en total acuerdo con que los hombres y mujeres son iguales en términos necesarios para ser un buen científico.

Los índices actitudinales con puntuaciones más bajas y negativas por debajo del punto de corte corresponden al 12% del cuestionario total (F1 y F2). La mayoría de las frases con puntuaciones negativas ( ) pertenecen a la categoría plausibles (14), con la mitad de las frases en comparación con la anterior, se encuentra la categoría ingenua (7), y la categoría adecuada se observa representada con un menor número de frases (4).

FRASES	m Total
1F1_40161_F_P__Responsabi	-,5294
1F2_10421 C_P__Interdepen	-,5294
1F2_40211 A_I__Desiciones	-,5441
1F1_90621_A_I__Método Cie	-,5441
1F1_20411_F_I__Ética	-,5625
1F2_20511 E_I__Institución	-,5735
1F2_70711 F_I__Influencia	-,5735
2F1_70231_D_I__Desiciones	-,5833
2F2_20211 F_P__Industria	-,5833
2F1_60611_H_P__Infra-repr	-,5833
2F2_91011 C_P__Estatus E	-,5833
1F2_90111 C_I__Observación	-,5882
1F1_70231_D_I__Desiciones	-,6176
1F2_60521 A_P__Equidad d	-,6176
2F1_20411_F_I__Ética	-,6176
1F2_40421 D_P__Aplicación	-,6471
1F1_60611_H_P__Infra-repr	-,6471
2F1_90621_D_P__Método Cie	-,6667
1F2_60521 E_P__Equidad de	-,6765
1F2_40131 D_P__Responsabi	-,7059

**Tabla 10** Resultados de los índices con puntuaciones medias más bajas de las frases (la letra entre guiones indica el carácter adecuado \_A\_, plausible \_P\_ o ingenuo \_I\_ de cada frase; las frases que contienen una \_C\_ denotan creencias consensuadas por los expertos.

**Fuente:** Autor

Los índices de las Categorías (adecuada, plausibles e ingenuas) de cada cuestión se obtienen como promedio de los índices de las frases que forman cada categoría, el promedio y desviación globales de los índices de las categorías de la forma 1 ( $m = 0,024$ ;  $DE = 0,164$ ), representan una actitud global moderadamente informada y positiva. Para la Forma 2 ( $m = 0,01$ ;  $DE = 0,21$ ) muestra resultados menos positivos, pero da indicios de que los docentes se encuentran informados acerca de estos temas, con excepción de algunos (10421, 40211, 20511, 70711, 60521, 90621) en donde se obtuvieron índices negativos.

CATEGORIAS	m TOTAL
2F1_10411_B_A_Interdepen	,7500
1F1_40161_C_A_Responsabi	,7353
1F1_10411_B_A_Interdepen	,6912
2F1_40161_C_A_Responsabi	,6806
2F1_40161_A_I_Responsabi	,6389
2F2_40131_C_A_Responsabi	,6111
1F1_10411_C_A_Interdepen	,6029
2F1_40161_E_A_Responsabi	,5625
2F1_60611_A_I_Infra-repr	,5417
2F1_60611_F_A_Infra-repr	,5417
1F1_40161_A_I_Responsabi	,5294
1F1_40531_D_A_Bienestar	,5294
2F1_10111_E_P_Ciencia	,5000
2F1_40161_G_A_Responsabi	,5000
1F2_10421_D_A_Interdepen	,5000
2F2_10211_E_P_Tecnología	,5000
2F1_90211_F_A_Modelos Ci	,4861
1F1_20141_B_A_Politica d	,4706
1F1_60611_F_A_Infra-repr	,4706
CATEGORIAS	m TOTAL
1F1_70231_D_I_Desiciones	-,6176
1F2_60521_A_P_Equidad d	-,6176
2F1_20411_F_I_Ética	-,6176
1F2_40421_D_P_Aplicación	-,6471
1F1_60611_H_P_Infra-repr	-,6471
2F1_90621_D_P_Método Cie	-,6667
1F2_60521_E_P_Equidad de	-,6765
1F2_40131_D_P_Responsabi	-,7059

*Tabla 11 Resultados de los índices con puntuaciones medias más altas y bajas de las categorías (la letra entre guiones indica el carácter adecuado \_A\_, plausible \_P\_ o ingenuo \_I\_ de cada frase; las frases que contienen una \_C\_ denotan creencias consensuadas por los expertos).*

*Fuente: Autor*

Los indicadores más globales de las posiciones de los profesores sobre los temas NdCyT se ven reflejados en los índices de cada cuestión (Fig. 1), obtenidos como promedios ponderados de los índices de las tres categorías. Para la Forma1 ( $m = 0,003$ ;  $DE = 0,1782$ ) los valores son representativos de una actitud global moderadamente informada y positiva, cabe destacar la presencia de 11 de las cuestiones dentro de las puntuaciones medias más positivas y algunas como las (90621,60611, 20411 y 70231) relacionadas con tema como: Método científico, Infra-representación de mujeres, Ética y Decisiones por consenso, presentan un índice negativo.

En la Forma 2 ( $m = -0,04$ ;  $DE = 0,11$ ) se observa un resultado menos positivo representativo de una actitud global menos informada y positiva, los temas con valores más negativos corresponden a: Sociología interna de la C y T (60521), influencia de la CyT sobre la sociedad (40421) y (40131).

## 10.5. Conclusiones

A nivel general se considera que frente a las actitudes de Ciencia y tecnología en relación a la población de estudio un poco más de la mitad de los hombres (porque el valor del promedio es cercano a cero y negativo), igual que un poco más de la mitad de las mujeres (porque el valor del promedio es cercano a cero y negativo), creen que la Ciencia es base de los avances tecnológicos, lo cual no es cierto, es decir, estarían equivocados (porque es una frase ingenua, la cual para ser de valor 1 (entre -1 y 1), debería ser calificada con valores bajos (cerca de 1 de la escala del 1 al 9) los que indicarían que "la Ciencia no es la base de los avances tecnológicos.

De acuerdo al diagnóstico realizado en el grupo de profesores en ejercicios de básica secundaria y media, se pone en evidencia las falencias en algunos temas CTS, actualmente la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas debería ser la principal finalidad educativa de la enseñanza de las Ciencias. Los resultados presentados permitirán formular estrategias que mitiguen los índices negativos de algunas frases, cuestiones y categorías de temas específicos, con el fin de contribuir a las necesidades de formación de los docentes, esto a fin de generar espacios de interacción con los estudiantes e interés en el aprendizaje científico.

SL. Cristancho C., A. Sierra F.

Percepciones hacia las relaciones Ciencia, tecnología y Sociedad (CTS) en docentes de Básica Secundaria Las cuestiones que se refieren a Tecnología y sus conexiones con la Ciencia revelan dificultades y limitaciones, entre los aspectos más problemáticos pueden destacarse las visiones instrumentales (10211), se evidenciaron índices mínimos de valoración en frases, categorías y cuestiones. Estas insuficiencias, cuestionan seriamente su preparación para introducir adecuadamente la educación tecnológica en la enseñanza de las Ciencias.

Estos resultados arrojados en el proceso de investigación permiten afirmar que las creencias negativas y poco informadas de los docentes sobre NdCyT corresponden a frases categorizadas como ingenuas y plausibles, mientras las creencias informadas y positivas son en su mayoría catalogadas como adecuadas.

En concordancia con lo afirmado por Vázquez et al, (2006), la riqueza y variedad de los temas contenidos en el COCTS, junto con la sistematización de su organización interna, ofrecen una plataforma valiosa para tener en cuenta en el desarrollo curricular, fundamentado en actividades de educación científica CTS en el aula. Así mismo que vale la pena seguir construyendo herramientas y espacios que permitan en profesores interiorizar un poco más sobre estos temas de los CTS.

## 10.6. Referencias Bibliográficas

- Acevedo Díaz, J., Vázquez Alonso, A., Acevedo Romero, P., & Manassero Mas, M. (2002). Sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Revista Ciencia Tecnología y Sociedad e Innovación*, 2-4.
- Bennássar Roig, A., Vázquez Alonso, Á., Manassero Mas, M., & García-Carmona, A. (2010). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología*. Centro de Altos Estudio Universitario, 7.
- Acevedo Diaz, J., Manassero Mas, M., & Vázquez Alonso, Á. (2002). Nuevos Retos Educativos: Hacia una Orientación CTS de la Alfabetización Científica y Tecnológica. *Revista Investigación Educativa Latinoamericana*, 2-5.
- Callejas, M. M., & Vázquez Alonso, A. (2009). Actitudes respecto a los temas CTS de profesores colombianos en formación y en ejercicio. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias*, 2435-2440.
- Diaz, J. A., & Alonso, M. A. (2002). ORIENTACION CTS DE LA ALFABETIZACIÓN CIEN. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 1.
- Manassero Mas, M. A., Vázquez Alonso, Á., & Acevedo Diaz, J. A. (2004). Evaluación de las Actitudes del Profesorado respecto a los Temas CTS: Nuevos Avances Metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-3.
- Vázquez Alfonso, A., Acevedo, J., & Manassero, M. (1996). Consenso sobre la Naturaleza de la Ciencia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 5.
- Bennássar, A, Vázquez Alonso, Á, Manassero MAS, M, A, & García - Carmona, A, (2010), *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la Comprensión de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología*, Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI,
- Vázquez, Á., Catillejos, A., García Ruiz, M, Garritz, A., Manassero, M., MARTÍN, M, y otros, (2006), Proyecto de Investigación Iberoamericano en evaluación de actitudes relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS), I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS +I, (págs, 1-11), México.
- Vázquez, Á, Manisero, M, Acevedo-Díaz, A., Acevedo-Romero, P., (2006), El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (CTS), I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS +I, (págs, 1-11), México,

## **Herramientas Tecnológicas y Sostenibles en la Educación Ambiental**

Se terminó de editar en diciembre de 2020.

Las fuentes tipográficas empleadas son Trebuchet MS 11 puntos en texto corrido,

Trebuchet MS (Bold) 12 puntos en subtítulos y

Trebuchet MS (Bold) 16 puntos en títulos.



**Autora compiladora****Sandra Liliana Cristancho Cruz**

Docente de planta Jornada Completa  
Investigadora, Lider Grupo de Investigación GIECEUL  
Facultad Ciencias de la Educación, Universidad Libre  
Seccional Socorro

**Haimar Ariel Vega Serrano**

Docente de planta Jornada Completa  
Lider Grupo de Investigación GIAM-Z  
Facultad Ciencias de la Educación, Universidad Libre  
Seccional Socorro

**Otros Autores****Maria del Pilar Guauque Torres**

Docente Jornada Completa  
Investigador Grupo GIAM-Z  
Programa Ingenieria Ambiental, Universidad Libre Seccional  
Socorro

**Cesar Augusto Alba Rojas**

Docente Media Jornada  
Facultad Ciencias de la Educación, Universidad Libre  
Seccional Socorro

**Leila Nayibe Ramírez Castañeda**

Docente Jornada Completa  
Investigadora grupo CINDES  
Ingeniería Industrial, Universidad Libre Seccional Bogotá

**Edgar Quintanilla Piña****Paola Andrea Celis Rivera****Olith Antonio Ardila Jaimes****Antonio Sierra Ferreira**

Profesionales de la Ingeniería y Educación Ambiental  
Docentes externos

**Integrantes Semillero de Investigación SIEGEA****Grupo de Investigación GIECEUL, Universidad Libre  
Seccional Socorro**

Sandra Milena Tique Martinez

Yurley Katherine Aleman

Luisa Fernanda Alarcon Huerfano

Silvia Estela Gómez Correa

Sindy Paola Castro Pereira

Claudia R. Corredor Rodríguez

Yensy Milena Parra

Leila Lorena Martínez

Julieth Tatiana Rivera

